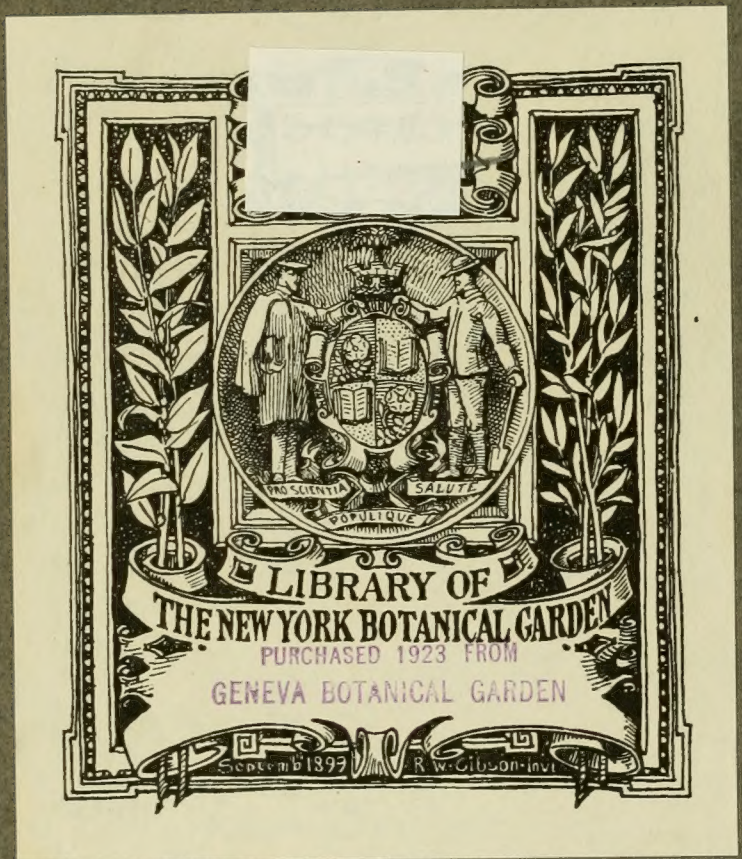

PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PURCHASED 1923 FROM
GENEVA BOTANICAL GARDEN
Septemb 1899
R. W. Gibson. invt

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

DIE

LEMNACEEN.

EINE

MONOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG

VON

Dr. FRIEDRICH HEGELMAIER.

MIT 16 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1868.

DIE

LEMNACEEN.

EINE MONOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG

VON

Dr. FRIEDRICH HEGELMAIER.

MIT 16 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1868.

QL39
.A1
H43

Vorwort.

Die nächste Veranlassung zu gegenwärtiger Arbeit gab dem Verfasser der ihm im Jahr 1864, bald nach seiner Habilitation an hiesiger Universität, von Herrn Friedrich Welwitsch durch Herrn Prof. Alexander Braun gemachte Antrag, die Bearbeitung der Lemnaceen seiner in den Jahren 1853—59 im westlichen Südafrika gemachten botanischen Ausbeute zu übernehmen. Die Ergebnisse, welche die Durchsicht dieser kleinen aber vortrefflichen Sammlung verglichen mit dem sonst über diese Pflanzengruppe Bekannten hatte, schienen ihm abgesehen von der Kenntniss neuer eigenthümlicher Formen, welche sie gewährte, geeignet zu sein, einiges Licht auf verschiedene Puncte der Morphologie der noch in manchen Beziehungen räthselhaften Gewächse zu werfen und daher den Versuch zu rechtfertigen, einige allgemeinere Untersuchungen an sie anzuknüpfen. Im Verlauf der zum Theil durch äussere Verhältnisse, namentlich die Schwierigkeit schneller Herbeischaffung der geeigneten Objecte verzögerten Arbeit sind dem Verfasser von zahlreichen Seiten die wohlwollendsten Unterstützungen durch Mittheilung theils von Materialien theils von erbetenen Notizen zu Theil geworden, welche allein ihre Durchführung bis zu dem hier vorliegenden Maasse ermöglichten und für welche er nicht umhin kann hiemit seinen ergebensten Dank auszusprechen. In dieser Beziehung erlaubt er sich ausser dem schon im Eingang genannten scharfsichtigen Reisenden die Herren A. Braun, Fenzl und Nägeli als Vorstände der öffentlichen Sammlungen in Berlin, Wien und München, sodann die Herren P. Ascherson, C. Austin, Buchinger, Fr. Crépin, G. Engelmann, A. B. Frank, R. F. Hohenacker, S. Kurz, R. Lenormand, F. v. Leonhardi, Ed. v. Martens, Ferd. v. Muller, R. A. Philippi, H. G. Reichenbach, G. Schweinfurth, B. Seemann, W. Sonder und M. H. A. Weddell namhaft zu

machen. Dass der Verfasser die ziemlich ausgedehnte einschlägige Literatur gewissenhaft benützt hat, hofft er durch seine Darstellung an den Tag zu legen; dass er aber, wenigstens so weit sie älteren Datums ist, ihre Hereinziehung in den Text möglichst vermieden hat, wird ihm der Leser gerne nachsehen, da durch Erörterungen mehr historischer Natur der Umfang des Ganzen eine unerwünschte Ausdehnung bekommen haben würde. Aeussere Gründe bestimmten ihn, die Zahl der Tafeln auf ein bescheidenes Maass zu beschränken und machten zu seinem Bedauern die bildliche Darstellung mancher weiteren dafür geeigneten Verhältnisse unthunlich. Namentlich musste er, da es ihm in erster Linie erforderlich schien, nach der Natur gemachte Zeichnungen zu geben und sich schon in dieser Richtung bei Weitem nicht alles Wünschenswerthe leisten liess, darauf verzichten Schemata und Diagramme beizubringen, deren Beifügung in mehrfacher Beziehung zweckmässig gewesen wäre, welche aber doch bei Vergegenwärtigung des in Text und Figuren Dargestellten unschwer zu entbehren sein werden.

Tübingen im Mai 1868.

Der Verfasser.

Inhalts-Uebersicht.

Seite

Vorwort . . . III

Samenknospen . . . 1

Entwicklung des Keimlings von Lemna . . . 3

Bedeutung der Keimtheile . . . 7

Bau des entwickelten Samens . . . 9

Samenhäute . . . 12

Keimung . . . 19

Axenorgane . . . 25

Wolffia . . . 26
- Entwicklung des Sprosses der bauchigen Arten . . . 27
- Anatomische Verhältnisse . . . 31
- Flachstengelige Arten . . . 35
- Ueberwinterungssprosse . . . 37
- Blühende Sprosse . . . 39
- Blattstellung und Sprossfolge . . . 40
- Wolffiellen . . . 41

Lemna . . . 43
- Entwicklung des Sprosses . . . 43
- Sprossstiel . . . 55
- Aeussere morphologische Verhältnisse . . . 58
- Sprossfolge und Blattstellung . . . 59
- Wasser- und Luftsprosse . . . 61
- Biologisches . . . 62
- Anatomie . . . 65

Spirodela . . . 72
- *S. oligorrhiza* . . . 72
- *S. polyrrhiza* . . . 73
  - Entwicklung des Sprosses . . . 73
  - Wintersprosse . . . 81
  - Anatomisches . . . 83

Wurzel . . . 89
- Stellung der Wurzeln . . . 89
- Wurzelscheide . . . 90
- Wurzelhaube . . . 92
- Wurzelkörper . . . 94
  - *Lemna* . . . 95
  - *Spirodela* . . . 99
- Allgemeines . . . 102

Seite

Blüthe und Frucht 103
Blüthe von Lemna 103
„ „ Wolffia 111
Frucht 113
Zur Systematik 115
Allgemeines 115
Lemnaceae 120
Wolffieae 121
Wolffia 121
Euwolffia 122
Wolffia columbiana 122
cylindracea 123
arrhiza 124
brasiliensis 126
microscopica 127
hyalina 128
repanda 129
Welwitschii 130
Wolffiella 131
Wolffia oblonga 131
lingulata 132
gladiata 132
denticulata 132
Lemneae 133
Lemna 134
Hydrophace 134
Lemna trisulca 134
valdiviana 136
perpusilla 139
paucicostata 139
angolensis 141
minor 141
Telmatophace 145
Lemna gibba 145
Spirodela 145
Spirodela oligorrhiza 147
polyrrhiza 151

Zur Pflanzengeographie 152

Verzeichniss von Synonymen 155

Nachtrag 156

Erklärung der Figuren 157

Samenknospen.

Obgleich die Bildung des Keimlings der Lemnaceen und die Theile desselben im fertigen Zustand zur Beurtheilung ihrer Bedeutung die stete Vergleichung mit den Erscheinungen erfordern, welche das spätere vegetative Wachsthum darbietet, so möge es doch gestattet sein, mit einer kurzen Betrachtung der Entwicklung des Keimlings in ihren gröberen Zügen zu beginnen und hieran der Uebersichtlichkeit wegen auch die der andern Theile des Samens anzuschliessen.

Es ist aus den seitherigen Beschreibungen der Blüthentheile der Wasserlinsen zur Genüge bekannt, dass die Samenknospen dieser eine so natürliche Gruppe bildenden Pflanzen rücksichtlich ihrer Structur eine Reihe von Verschiedenheiten darbieten, wie sie ganz in ähnlicher Weise bei der so nahe stehenden Familie der Araceen wiederkehren. Bei den Lemnaceen verhalten sich in dieser Hinsicht zum Theil ganz offenbar zu einer und derselben natürlichen Gattung gehörige Arten, ja zum Theil und in geringem Maass Individuen einer und derselben Art ungleich. Während die Samenknospen der *Lemna gibba* (XI, 10)[1] anatrop, die der *L. minor* (IX, 1)[2] und *trisulca* (VI, 13) hemianatrop sind und diese Unterschiede von Schleiden[3] neben andern Puncten zur Abtrennung seiner Gattung *Telmatophace* benützt wurden, sind nicht nur die Samenknospen aller in dieser Richtung bekannten Wolffien, der *W. hyalina*[4], *brasiliensis* (II, 4),[5] *arrhiza* (II, 17), *repanda* (IV, 14), *Welwitschii* (IV, 9),[6] *columbiana*[7] atrop oder fast atrop, sondern es gilt Letzteres auch von der Mehrzahl der bekannten *Lemna*-Arten, *L. paucicostata* (VIII, 12. 15),[8] *angolensis*,[9] *perpusilla*,[10] *valdiviana*.[11] Bei diesen letzteren Pflanzen trifft man ein gewisses Schwanken zwischen atropen und der hemianatropen sich nähernden Formen, insofern ein fast immer vorhandenes einseitig stärkeres

1) A. Brongniart, Archives de Bot. T. II (1833) p. 100. 2) A. Brongniart ebend. p. 99.

3) Linnaea XIII, p. 391. — Hofmeister (neue Beitr. II, 659) gibt den Grad der Krümmung für *L. minor*, wohl allzugering, auf 30° an.

4) Schleiden, a. a. O. p. 389. 5) Weddell in Ann. d. sc. nat. 3. Sér. T. XII, p. 162.

6) Hegelmaier in Seem. Journ. 1865, 113. 114. 7) Karsten, bot. Untersuch. I, p. 104.

8) Griffith, Notulae ad plantas asiaticas. Calcutta 1851, p. 215; Icon. pl. asiat. III, T. CCLXIII, Fig. 10, 10a; 11; 12a; 14. — Griffith spricht hier von *L. minor* allein es kann nach der gegebenen Beschreibung und den beigefügten Figuren nicht der geringste Zweifel sein, dass Gr. rücksichtlich der Species im Irrthum war und eine solche mit atroper Samenknospe, und zwar den sonstigen später hervorzuhebenden Notizen nach die obengenannte nachweislich in Ostindien vorkommende vor sich hatte. Obgleich Griffith's Figuren äusserst roh sind und daher mit Vorsicht und Kritik benützt werden müssen, so sind sie doch deutlich genug, um unter den angegebenen Voraussetzungen einen Schluss auf verschiedene Beobachtungen, die bis jetzt nur diesem Autor vergönnt waren, zu gestatten.

9) Hegelmaier a. a. O. p. 112.

10) und 11) Austin in A. Gray, Manual of bot. of the North. Un. Stat. Ed. V, p. 479.

Wachsthum der *Chalaza*-Gegend der Samenknospen bald nur einen sehr geringen, bald einen höheren Grad erreicht, in welch letzterem Fall denn die Samenknospe ziemlich stark nach der entgegengesetzten Seite (der hinteren bei *Wolffia*, der vorderen bei *Lemna*) übergeneigt erscheint. Was *Spirodela* betrifft, so müssen wir uns bei der grossen Seltenheit der Gelegenheit, ihre Blüthentheile zu untersuchen, bis jetzt mit den Zeugnissen Schleiden's[1]) und Griffith's[2]) begnügen, aus welchen hervorzugehen scheint, dass die zwei vorhandenen Samenknospen wenigstens in ihrer äusseren Form mit denen der *Lemna gibba* ziemlich übereinstimmen.

Bei allen näher bekannten Lemnaceen zeigen die Knospenhüllen übereinstimmend mit fast allen Monokotyledonen mit sehr sparsamen Ausnahmen[3]) das Gemeinsame, dass die äussere zur Zeit der Befruchtungsreife mit ihrer Mündung die der inneren nicht erreicht, sei es nun, dass jene beträchtlich kürzer ist als diese, so dass sich ein Exostom kaum findet (dass das Endostom aus dem Exostom frei vorragt) wie bei *Lemna angolensis*, *perpusilla*, *paucicostata* (VIII, 12, 15), *valdiviana*, *Wolffia arrhiza* (II, 17), *Welwitschii* (IV, 9), *hyalina*, *repanda* (IV, 14), *brasiliensis* (II, 4), oder dass wenigstens das Exostom beträchtlich weiter offen ist als das Endostom, wie bei *L. gibba* (XI, 10), *trisulca* (VI, 13), *minor* (XI, 1), wo wenigstens der der Naht zugekehrte Rand des äusseren Integuments bis zum Endostom reicht, dagegen der entgegengesetzte in einer kleinen Entfernung davon endigt, daher die Mitte des Exostoms dem Endostom nicht gegenüberliegt. Dagegen ist überall, wo sich dieser Punct sicher untersuchen lässt, das äussere Integument in die Dicke etwas stärker entwickelt als das innere; das letztere besteht bei *L. minor*, *trisulca*, *gibba* gegen die Mündung hin aus 3, weiter nach rückwärts nur aus 2 Zellschichten; das erstere dagegen zeigt vorn 3 (bei *L. gibba* auch auf der der Naht abgekehrten Seite eine Strecke weit nur 2) Schichten, deren Zahl aber wenigstens bei *L. minor* nach rückwärts auf 4 steigt. Beide Integumente sind durch scharfe Contouren von einander geschieden und überdies das innere durch etwas stärkeren Chlorophyllgehalt vor dem äusseren ausgezeichnet. In den Grund der Samenknospe tritt bei *L. gibba* (XI, 10) eine kurze Reihe zarter (0,004^{mm} dicker) Ringzellen ein, welche eine ziemliche Strecke vor der *Chalaza* aufhört. Bei all den genannten Arten ist ferner, wie bei der Mehrzahl der Araceen,[4]) zur Blüthezeit von dem Knospenkern nichts übrig, als die einschichtige Kernwarze in Form einer den Scheitel des Keimsackes deckenden Lage von im Profil 6—7 Zellen, von denen die vordersten noch den beträchtlichsten, die hintersten den kleinsten Dickedurchmesser besitzen und deren Wandungen überdies um die Zeit der Befruchtung im Zustand beginnender Auflösung begriffen sind, so dass der Zusatz eines Tropfens concentrirter Aetzkalilösung zu den Präparaten jene sofort unkenntlich macht. Der den ganzen Rest des Knospenkerns ersetzende und hinten und seitlich mit dessen Hüllhaut zu einer ziemlich derben Lamelle verschmolzene Keimsack erhält durch leichte Verschmälerung seines hinteren Theils fast keulen- oder verkehrtflaschenförmige Gestalt. Ausser den 2 Keimbläschen, von welchen das eine der Innenfläche der Kernwarze genau in deren Mitte angedrückt ist, das andere

---

1) a. a. O. p. 391.

2) a. a. O. T. CCLXIV, 13. 16. — Gr. nennt die Pflanze *Lemna major*, allein es kann nach Allem kein Zweifel sein, dass *L. polyrrhiza* gemeint ist.

3) Hofmeister, neue Beitr. II, 660. 4) Hofmeister, a. a. O. p. 667.

etwas zur Seite zu liegen pflegt, lassen sich in dem unbefruchteten Keimsack keine zelligen Bildungen nachweisen; nur bisweilen fand sich bei Untersuchung zahlreicher Samenknospen von *L. minor* eine undeutlich oder schärfer umschriebene, aber alsdann von keiner selbstständigen Membran umhüllte Anhäufung körnigen Schleims im *Chalaza*-Ende des Sackes. Dagegen ist der in der mittleren Partie des Sackes gelegene grosse primäre Kern desselben fast stets leicht auffindbar.

Die Zeit, welche der Pollenschlauch zur Erreichung des Endostoms bedarf, beträgt nach Beobachtungen an *L. gibba* höchstens 24 Stunden. Der zarte, (bei der ebengenannten Art 0,0035^{mm} dicke) Pollenschlauch ist bei den *Lemna*-Arten stets einfach; in der Pistillhöhle verästelte Pollenschläuche, wie sie Karsten[1] für *Wolffia* angiebt, kamen mir bei der erstgenannten Gattung nie zu Gesicht[2]) und sind überhaupt bei Monokotyledonen nur selten beobachtet worden.[3]) Ueber das specielle Verhalten des Pollenschlauches innerhalb des Endostoms liess sich nichts ermitteln.

Samenknospen, deren Befruchtung unterblieben ist, zeigen vor ihrem Zugrundegehen noch für kurze Zeit ein selbstständiges vegetatives Weiterwachsen des äusseren Integuments, insbesondere der der Naht zugekehrten Lippe des Exostoms, welche sich bei einstweiligem Fortbestehen des Kernwarzengewebes, der Keimbläschen und des Kerns des Keimsackes über das Endostom und die entgegengesetzte Lippe des Exostoms hinlegt und den Knospenmund bis zum vollständigen Verschluss verengert. Solche Pflanzen von *L. trisulca, minor* und *gibba*, welche, im Begriff ihre Geschlechtsorgane vollends zu entfalten oder nachdem dies eben geschehen war, ihrem natürlichen Wohnort entzogen und der Cultur unterworfen wurden, konnten, sei es in Folge der vorübergehenden Störung der Vegetation, sei es in Folge der im letztern Fall kaum vermeidbaren Benetzung der Narbe und des Griffelcanals, niemals zur Entwicklung von Samen veranlasst werden; nach wenigen Tagen gingen die Samenknospen zu Grunde, nachdem, wie die Untersuchung eines Theils von ihnen zeigte, die Narbe in Zersetzung übergegangen war und das äussere Integument die erwähnte Veränderung erfahren hatte. Dagegen gelang die Befruchtung solcher Blüthen, welche, zuvor angelegt, sich erst in der Cultur vollends entwickelten; namentlich aber lassen sich Früchte und Samen ohne Mühe aus schon vor der Einsammlung befruchtetem Material im Zimmer erziehen; die Weiterentwicklung unterliegt in diesem Fall offenbar keinen Hindernissen.

Entwicklung des Keimlings von Lemna.

Der Erfolg der eingetretenen Befruchtung äussert sich, was zunächst den Keimsack und dessen Inhalt betrifft, durch die Ausdehnung des ersteren bis an die innere Mündung des Endostoms unter Auflösung der die Kernwarze bildenden Zellenlage und Verschwinden des Kerns, sowie des

1) a. a. O. p. 105.

2) Die ästigen Fäden, von welchen Gasparrini (Osservaz. morfol. sopra tal. org. della Lemna minor, Napoli 1856, p. 128. 129) spricht, sind gewiss fremden Ursprungs, wie dieser Beobachter selbst zu vermuthen scheint.

3) Hofmeister, a. a. O. p. 184.

nicht befruchteten Keimbläschens. Das befruchtete Keimbläschen erfährt seine 2—3 ersten Quertheilungen vor dem Beginn der Bildung des Endosperms; sofort theilen sich die Zellen des entstandenen kurzen Vorkeims durch Längswände, die Endzelle beginnt sich zu einem zunächst annähernd kugeligen (IX, 3) zelligen Körper zu entwickeln, welcher demnach an einem sehr kurzen im Querschnitt mehrzelligen Keimträger aufgehängt ist, und jetzt erfolgt auch der Niederschlag eines Endosperms zunächst im Grund und an den Seitenwandungen des Keimsackes. Dieser stellt, mit der Hüllhaut des ehemaligen Knospenkerns verbunden, eine derbe, in grossen Stücken isolirbare, durch Chlorzinkjodlösung sich gelb färbende Haut dar, an welcher der Keimträger um diese Zeit und noch geraume Zeit später fest haftet (IX, 4).

Während jetzt die Anlage des Keimlings sich überwiegend in die Länge entwickelt und durch in allen Richtungen des Raumes erfolgende, aber in ihren Einzelnheiten nicht verfolgte Vermehrung ihrer kleinen, kernhaltigen Zellen rasch zu einem birnförmigen Körper (IX, 5) heranwächst, schreitet gleichzeitig die Bildung des Endosperms in der Weise vor, dass es auch die Innenfläche des Keimsackscheitels überzieht, indem es sich daselbst um die stets in Verbindung mit dem Keimsack bleibende Spitze des Wurzelendes (den eigentlichen einzelligen Keimträger) herumlegt, aber in diesem Theil des Keimsackes zu jeder Zeit nur eine Zellschicht dick wird. Im übrigen Umfang des Sackes erlangt es eine Mächtigkeit von mehreren Schichten, in deren äussersten sich schon frühzeitig, geraume Zeit vor der vollen Ausbildung des Keimlings, feinkörnige Stärke einfindet, während die inneren Lagen, welche sich nicht wie jene zu einem compacten Gewebe verbinden und deren Existenz eine sehr vorübergehende ist, den genannten Stoff zu keiner Zeit enthalten.

Indem die Anlage des Keimlings fortfährt, sich in die Länge und gleichzeitig gegen die Basis hin auch noch in die Breite zu vergrössern, nähert sich ihre Gestalt, abgesehen von der sich jetzt schärfer von dem übrigen Theil abgrenzenden Mikropyle-Partie mehr und mehr der walzenförmigen, welche am Grund in eine etwas abgeplattete übergeht. Die Richtung dieser Abplattung steht in keiner bestimmten Beziehung zu der Lage der Samennaht oder zu der Lage der Theile des blüthentragenden Sprosses; dagegen bestimmt sie ihrerseits fortan die Richtung der weiteren Entwicklung des Keimlings. Es erhebt sich jetzt nämlich auf der einen flachen Seite des basalen Theils ein zelliges Wärzchen, dessen Wachsthumsrichtung schief nach rückwärts gegen die Mikropyle gekehrt, und welches bestimmt ist, sich zu der *Plumula* zu entwickeln. Dieses sonach für den ersten Augenschein als Seitenspross der primären Keimaxe sich darstellende Gebilde wird von einer alsbald entstehenden Gewebsfalte überwachsen (IX, 6, 7), welche sich auf dem freien Theil des Umfangs seiner Insertion erhebt und, nach beiden Seiten hin auf einen grösseren Bogen übergreifend, unter Entstehung von abwechselnd nach zwei Richtungen zur Längsaxe des Keimlings geneigten Scheidewänden in den Randzellen mit nachfolgender Theilung durch der Fläche der Falte parallele Wände in die Länge wächst, daher die von der Fläche gesehene Falte 6 deutliche Anordnung ihrer Elemente in Längsreihen zeigt. Die mittlerweile weiter wachsende und sich zu abgeplatteter Form mit der des Trägers entsprechender Lage der breiteren Flächen entwickelnde *Plumula* wird in Folge dieser Verhältnisse immer entschiedener in eine der Keimaxe parallele, aber entgegengesetzte, rückläufige Wachsthumsrichtung gedrängt und in die zwischen dem Wurzelende des Keims und der überwachsenden Falte entstehende Tasche eingeschlossen, welche sich mit alleinigem Freibleiben

einer kurzen, rückwärts neben der Ansatzstelle des Trägers gelegenen und in ihrer Richtung den breiteren Flächen der *Plumula* entsprechenden Querspalte XI, 14) schliesst. Von den ebengenannten Flächen der *Plumula* mag die der primären Keimaxe zugekehrte die Bauchfläche, die entgegengesetzte, überwachsene, die Rückenfläche heissen; jene ist diejenige, welche bei der späteren Keimung des Samens dem Wasser, diese diejenige, welche der Luft sich zukehrt. In der That ist von der Zeit an, da das Wurzelende der Keimanlage eine abgeplattete Form zeigt und auf der einen flachen Seite sich eine *Plumula* entwickelt, für die aus der Keimpflanze hervorgehenden Ketten vegetativer Generationen des Oben und Unten, die Lage ihrer Luft- und ihrer Wasserflächen zur Peripherie des Samens, dem sie entstammen, im Voraus bestimmt. Die weitere Ausbildung des Keimlings besteht nun bei *Lemna* darin, dass die *Plumula* schon während der Bildung der Tasche, in welche sie zu liegen kommt, an der Basis ihrer Bauchfläche eine Nebenwurzel, auf dem basalen Theil ihrer Rückenfläche einen Seitenspross entwickelt; jene nimmt, sich zu kurz paraboloidischer Gestalt entwickelnd und in Beziehung auf die Structurverhältnisse ihres Körpers und ihrer schon im Samen vollständig angelegten 2—3schichtigen Wurzelhaube ganz der Nebenwurzelanlage eines späteren gewöhnlichen vegetativen Sprosses gleichend, ihre Richtung schief nach der Mikropyle und nach der Peripherie des Samens (XI, 14; IX, 9) unter theilweiser Verdrängung des ihr hier entgegenstehenden Gewebes der primären Keimaxe, in welches sie sich gleichsam einbohrt, deren äussere Oberfläche aber doch ihre Spitze während des Samenzustandes nicht erreicht, indem sie auch mit ihrem Scheitel die äusserste Zellschicht undurchbrochen lässt. Der Seitenspross dagegen setzt sich auf die Seitenhälfte — entweder die linke oder die rechte — der Rückenfläche der *Plumula* auf und nimmt im Verhältniss zu letzterer seine Wachsthumsrichtung nach ruck- und auswärts, wobei er von der *Plumula* mittelst einer auf dieser sich erhebenden Gewebsfalte überwachsen und für ihn eine Tasche mit kurzer rückwärts gerichteter spaltenförmiger Mündung nach aussen gebildet wird.

Die Beobachtungen, auf welche sich die im Vorstehenden gegebene Darstellung der Bildung der Theile des Keimlings von *Lemna* gründet, kann ich weder mit der bezüglichen Angabe Schleiden's,[1]) nach welcher die Knospe (*Plumula*) ursprünglich die Spitze des Keimlings bilden und allmälig von dem auswachsenden Keimblatt so verschoben (d. h. nach rückwärts geschoben) wird, noch mit einer Notiz Hofmeister's[2]) in Einklang bringen, wonach die Entwicklung des Keimlings von *Lemna* mit der von *Pistia* übereinstimmen, somit wie bei dieser Gattung das Embryokügelchen den Cotyledon als seinen Scheitel umgebenden Ringwulst entwickeln, dieser zu einem das Wurzelende des Keimlings um mehr als das Doppelte überragenden Zellenkörper heranwachsen, und seine Ränder neben der Endknospe bis auf einen engen Längsspalt verwachsen würden. Nach diesen beiden Beobachtern erschiene nämlich die *Plumula* als die ursprüngliche augenscheinliche Vegetationsspitze der Keimaxe, würde aber nachträglich durch ein massenhaft entwickeltes Keimblatt — die grosse den soliden cylindrischen *Chalaza*-Theil und die überwachsende Falte begreifende Hauptmasse des Keimlings — überwuchert und in eine ihrer ursprünglichen fast diametral entgegengesetzte Wachsthumsrichtung gedrängt. Wäre dem so, so würde die Entwicklung des Keim-

1) Grundz. d. wiss. Bot. 4. Aufl. p. 531. 2) Pringsh. Jahrb. I, 152.

lings von *Lemna* sich vollständig an die entsprechenden Vorgänge bei den Araceen und anderen Monokotyledonen mit so zu sagen typisch sich entwickelndem und gebautem Keimling anschliessen und der Ansicht Derer, welche die Wasserlinsen einfach als eine Gruppe jener grossen und sonst so natürlichen Pflanzenfamilie betrachtet haben, eine neue Stütze verleihen.

Suchen wir dagegen nach geeigneten Anhaltspuncten zur Vergleichung der oben beschriebenen Entwicklungsvorgänge des Keims von *Lemna* mit denen bei andern in dieser Richtung näher studirten Gewächsen, so scheint sich als Gegenstand einer Parallele die Entwicklung des Keimlings von *Zostera*, wie wir dieselbe durch Hofmeister's[1] Untersuchungen kennen gelernt haben, darzubieten. Der anfangs kugelige, später abgeplattet-eiförmige Zellenkörper, welcher bei *Zostera* als erste Anlage des Keimlings auftritt, dessen einer breiterer Seitenfläche ein zu einer beblätterten Axe auswachsender kegelförmiger Zellencomplex unter Erscheinungen entsprosst, welche auf den ersten Blick ganz geeignet waren, die Vorstellung einer blattlosen Keimaxe erster Ordnung und eines sich zu ihr als Seitenspross verhaltenden Knöspchens zu erwecken, und welcher in seiner weiteren Entwicklung, flache und gebogene Gestalt annehmend, das Knöspchen mantelförmig umhüllt, wird bei *Lemna* zu dem seiner Hauptmasse nach cylindrischen und mit seinem faltenförmigen Rand die blattlose *Plumula* einschliessenden und in eine rückläufige Richtung drängenden Haupttheil des Keimlings, welcher für die oberflächliche Betrachtung ebenso wie dort zu der *Plumula* wie eine Axe erster Ordnung zu einer solchen zweiter Ordnung sich zu verhalten scheint. Wir begegnen aber ebenso, wie bei *Zostera* und den damit verwandten Gattungen, deren Keimentwicklung näher verfolgt ist, und bei welchen allerdings die beträchtliche Entwicklung des Wurzelendes die Erscheinungen in anderer Richtung modificirt, welche aber das Gemeinsame haben, dass den vorliegenden Beschreibungen nach das Knöspchen in Form eines scheinbar seitlichen Auswuchses auftritt, wie *Ruppia*[2] *Cymodocea*,[3] sowie endlich bei den Gräsern, auch bei *Lemna* jenen eigenthümlichen Schwierigkeiten, die sich einer Deutung der Theile des Keimlings bei all diesen Pflanzen gleicherweise entgegenstellen. Was *Lemna* betrifft, so könnte es scheinen, als ob bei dieser Gattung noch mehr als bei den übrigen die Betrachtungsweise der Natur entspräche, welche die *Plumula* als blattlosen Seitenspross einer ebenfalls blattlosen primären Keimaxe, und somit den ganzen Keimling, da die *Plumula* bereits auch einen Seitenspross umschliesst, als einen Complex dreier in einander geschachtelter Sprossgenerationen, vergleichbar den ebenfalls in der Jugend einander umschliessenden Generationen der gewöhnlichen vegetativen Individuen, ansehen würde, wie dies in ähnlicher Weise von Weddell[4] in seiner vortrefflichen Arbeit über *Wolffia brasiliensis* ausgesprochen worden ist. Eine derartige Vorstellung wird aber nicht blos unthunlich gemacht durch die Herbeiziehung von Analogien, namentlich der der Gräser, bei welchen das der supponirten primären Keimaxe entsprechende Gebilde, der Schild, doch als seitlicher Auswuchs nahe unter dem inzwischen in der Weiterentwicklung innehaltenden Scheitel der Keimaxe sich nachweisen lässt.[5] — ein Verhältniss,

1) Bot. Ztg. 1852, Nr. 7. 8. 2) Hofmeister, ebend. p. 143.
3) Bornet in Ann. d. sc. nat. 5. Sér. T. I, p. 35, T. X. 4) a. a. O. p. 169.
5) Hofmeister, neue Beitr. II, p. 710.

welches auch auf die so auffallenden Gestaltungen bei *Zostera* einiges Licht wirft und selbst für diese Gattung die Annahme nahe legt, dass das beblätterte Knöspchen doch in Wirklichkeit nicht, wie es den Anschein hat, seitlich, sondern endständig sein dürfte —; sondern namentlich erscheint sie als ganz unmöglich gegenüber der Thatsache, dass, wie das genauere Studium der Keimung (s. u.) noch entschiedener und deutlicher als die anatomische Zergliederung des Keimlings zeigt, das die Rolle der *Plumula* spielende Gebilde in dem Samen von *Lemna*, ganz im Gegensatz gegen alle späteren vegetativen Sprosse, nicht mit einem Stengelglied, sondern mit einem Knoten beginnt, somit zu seiner Ergänzung ein vorausgehendes Stengelglied — das von dem Wurzelende bis zur Ursprungsstelle der *Plumula* reichende Stück des Keimlings — unumgänglich fordert.

Die Kleinheit der Zellen, aus welchen die Keimanlage von *Lemna* besteht, und die Schnelligkeit, mit welcher dieselbe in einen nach sämmtlichen Richtungen des Raumes ausgedehnten Körper übergeht, setzen der genaueren Verfolgung der Zellenvermehrung in diesem Gebilde Schwierigkeiten entgegen, welche mit den gegenwärtigen Untersuchungsmitteln nicht wohl zu überwinden sind, und welche daher den exacten Nachweis, dass und in welcher speciellen Weise der Vegetationspunct der Keimanlage durch eine seitliche Wucherung derselben frühzeitig zur Seite gedrängt und, zeitweise in seiner Thätigkeit gehemmt, erst mit dem Hervorsprossen der warzenförmigen Anlage der *Plumula* wieder in deutliche Erscheinung trete, zu führen nicht gestatten. Die angeführten, fast zwingenden Gründe scheinen aber in der That kaum einen andern Ausweg für die Deutung der Theile als einen derartigen bei *Lemna* wie bei andern Monokotyledonen, wobei allerdings den Verhältnissen, wie sie sich dem Augenschein darstellen, kein geringer Zwang angethan wird, übrig zu lassen. Die Keimaxe, mit dem Wurzelende beginnend, würde demnach unter einem sehr spitzen Winkel geknickt erscheinen und die *Plumula* im fertigen Keimling in vollständig rückläufige Richtung und mit ihrer Spitze wieder hart neben das Wurzelende zu liegen kommen.

Bedeutung der Keimtheile.

Eine andere Frage ist dagegen die: welche Bezeichnung soll dem die Hauptmasse des Keimlings bildenden cylinderförmigen und zugleich die eine Wandung der Tasche für die *Plumula* abgebenden Körper bei *Lemna* gegeben werden? Ist er ein Keimblatt im eigentlichen Sinn, wofür er u. A. von Schleiden[1]) und Hofmeister[2]) nach Massgabe der von diesen Schriftstellern in Betreff der Entwicklungsgeschichte gehegten Ansichten erklärt worden ist? oder haben wir in ihm nichts als eine — im vorliegenden Fall allerdings ganz besonders excessive — seitliche Wucherung der Keimaxe, somit in dem ganzen Keimling von *Lemna* eine blattlose, gleich-

1) Grundz. d. wiss. Bot. 4. Aufl. p. 531. 2) Pringsh. Jahrb. I, 152.

sam in sich selbst eingeschachtelte Axe zu erblicken? Nach dem Ausgeführten erachte ich diese Frage als zusammenfallend mit der nach der Natur des Schildchens an dem Keimling der Gräser und der Zosteraceen, einer Frage, welche bekanntlich noch zu keiner der allgemeinen Zustimmung sich erfreuenden Beantwortung gediehen ist. Wenn A. DE JUSSIEU in seiner fundamentalen Arbeit über die Keimlinge der Monokotyledonen[1] den Keim von *Lemna* als Beleg seines Satzes, dass in gewissen Fällen die Axe monokotyler Keimlinge einseitige, ein Keimblatt simulirende und sich physiologisch, ja in gewisser Beziehung auch morphologisch, wie ein Keimblatt verhaltende Wucherungen erfahren könne, anführt und die Axennatur des bezüglichen Theiles aus der Blattlosigkeit des vegetativen Sprosses von *Lemna*, — an welche auch ich vollständig glaube, — zu beweisen sucht, so steht dieser Art zu folgern nicht blos der Umstand entgegen, dass, wie schon erwähnt, die *Plumula* von *Lemna* nicht mit einem gewöhnlichen vegetativen Spross dieser Pflanze, daher auch ihr Verhältniss zu der sie umschliessenden Tasche nicht mit dem eines vegetativen Sprosses zu der in der Jugend ihn bergenden Höhle unmittelbar in Parallele gesetzt werden kann, sondern schon der principielle Uebelstand, dass sich der genannte Autor hiebei auf die von A. BRONGNIART[2] gegebene Analyse des Samens, welche die späteren Untersucher keineswegs haben bestätigen können, gestutzt hat und dadurch zu dem der Natur nicht entsprechenden Resultat, die Hauptmasse des Keimlings von *Lemna* als Analogon der stark entwickelten Axe makropoder Keimlinge zu betrachten, gekommen ist. Es ist nach Dem, was wir jetzt wissen, klar, dass der Keim von *Lemna* ganz im Gegentheil eher die Bezeichnung eines exquisit mikropoden verdienen würde.

Wenn dagegen HOFMEISTER[3] auch nach gewonnener Einsicht in die Entwicklungsweise des Keimlings der Gräser noch immer mit überwiegender Wahrscheinlichkeit an der Axennatur des Schildchens festhalten zu müssen glaubte, so sind die hiefür geltend gemachten Gründe — die Analogie mit den Potamogetoneen und die von der der Blätter sich ziemlich entfernende Gestalt des Schildchens der Triticeen — allerdings nicht gering anzuschlagen; allein es dürfte doch scheinen, als ob, nachdem ohnehin der aus der Superposition des ersten Blattes der Knospe geschöpfte Gegengrund gegen die Blattnatur des Schildchens in Wegfall gekommen ist, der ganzen Argumentation gegen dieselbe mit der Anerkenntniss der terminalen Stellung der *Plumula* und der seitlichen des Schildchens die schärfste Spitze abgebrochen sei; ferner, dass die äusseren Gestaltungsverhältnisse bei so mannigfach und eigenthümlich modificirten Gebilden, wie es die monokotyledonen Keimlinge sind, sich nicht gut in dieser Weise zur Beweisführung werden benutzen lassen, und endlich, dass der Analogie mit den Potamogetoneen vielleicht mit noch mehr Recht die der Mehrzahl der übrigen Monokotyledonen gegenübergestellt werden könne, welche ihrerseits auf jene Licht zu werfen im Stande sind, um so mehr, da ein so sehr ähnliches Verhalten wesentlich verschiedener Gebilde, wie einerseits ein wahres Keimblatt und andererseits ein durch einseitige Förderung der Keimaxe entstandener Auswuchs es sind, zu einem und demselben Theil (dem Knöspchen) einigermassen befremden müsste.

---

1) Ann. d. sc. nat. 2 Sér. T. XI, p. 357.
2) a. a. O. Figg. H, K, L. 3) neue Beitr. II, 709. 710.

Es möge unter diesen Umständen gestattet sein, bei *Lemna* nach dem Vorgang der obengenannten Schriftsteller von einem Keimblatt, zu dessen Annahme ich allerdings auf einem ganz andern Weg als sie gekommen bin, zu reden und als solches die ganze Masse des Keimlings mit Ausnahme der *Plumula* und der zwischen dem Wurzelende und der Ursprungsstelle der *Plumula* gelegenen, die eine Wand der Tasche für die *Plumula* bildenden Gewebspartie (der hypokotylen Axe) in Anspruch zu nehmen.

Bau des entwickelten Samens.

Jedenfalls sind, seit zuerst durch Schleiden[1]) die Brongniart'sche Darstellung des inneren Baues des Keimlings, — wonach dieser im grössten Theil seiner Längsaxe von der *Chalaza* an von einem Canal durchbohrt sein und in der Tiefe desselben ein Knöspchen liegen sollte, — mit Recht als ungenau bezeichnet worden ist, alle auf jene gegründeten Erörterungen über die Bedeutung der Keimtheile, z. B. auch die Griffith's,[2]) als gegenstandslos geworden zu betrachten, um so mehr, da über die Lage des Wurzelendes des Keimlings an dem Punct, wo eben dieser im Endosperm steckend mit der Samenhaut zusammenhängt, selbstverständlich kein Zweifel sein kann. Schleiden's Darstellung,[3]) im Wesentlichen richtig, ist nur insofern nicht ganz vollständig, als sie des in die *Plumula* schon eingeschlossenen Tochtersprosses nicht erwähnt und von der Ursprungsweise der schon vorhandenen Nebenwurzel keine Rechenschaft gibt.

Die Hauptmasse des Keimblattes und somit des ganzen Keimlings (VIII, 17; IX, 9) von *Lemna*, der eine walzenförmige Gestalt mit abgerundeten Enden hat, stellt im ausgebildeten Zustand einen vollkommen soliden, (VIII, 18) aus ziemlich grossen polyedrischen Zellen bestehenden, auch an seinem *Chalaza*-Ende von einer Schicht Endospermzellen bedeckten Körper dar.

Die Länge der *Plumula*, somit auch die ihr gleiche der hypokotylen Axe, beträgt bei *L. minor* etwa $^1/_3$, bei *L. gibba* $^3/_5$—$^2/_3$ der des ganzen Keimlings, mit geringen individuellen Schwankungen bei jeder der Arten; die Gestalt der *Plumula* ist abgesehen von der an ihr befindlichen Wurzel eine abgerundet-zungenförmige. Gegen das *Micropyle*-Ende des Samens hin wird das parenchymatöse Gewebe immer kleinzelliger und geht im äussersten Rand der Keimblattspalte (XI, 14. sp.) und in den jüngsten Theilen der *Plumula*, (dem Körper der Wurzel und dem in jene eingeschlossenen Tochterspross) in den Zustand des Meristems über. Von dem Knoten aus erstreckt sich auf eine kurze Strecke durch die Längsaxe des Cotyledo gegen die *Chalaza* hin ein auf dem Querschnitt durch die betreffende Gegend hervortretender, deutlich durch Längstheilungen in einer einzigen axilen Zellreihe entstandener Strang zärterer prisma-

1) Linnaea XIII, p. 389.

2) dessen Aeusserungen bezüglich des Baues des Keimlings bald der genannten Darstellung zustimmend (a. a. O. p. 213), bald wieder zweifelhaft (p. 216) lauten.

3) Grundz. d. w. Bot. 4. Aufl. p. 531, Figg. C. D.

tischer Zellen, während in andern Theilen des Keimlings nichts Aehnliches zu finden ist. Bei *Lemna gibba*, bei welcher der übrigens von dem anderer *Lemna*-Arten in nichts verschiedene Keimling sich besonders kräftig entwickelt, verdrängt derselbe das Endosperm auch in den seitlichen Partien bis auf eine einzige noch im reifen Samen den Keimling allseitig umschliessende Zellenschicht (XI, 14, *en*), deren Elemente im *Chalaza*-Ende des Samens viel kleiner sind als im übrigen Theil und daselbst eine Anordnung in Längsreihen zeigen; anderwärts findet sich diese Anordnung nicht, sondern die Endospermzellen zeigen, von der Fläche gesehen, unregelmässig polygonale Formen. Bei den übrigen Arten dieser Gattung, deren Samen sich genauer untersuchen liessen, (*L. paucicostata, angolensis, perpusilla, trisulca, minor*) bleibt in den seitlichen Partien ein Endosperm von 2, an den dicksten Theilen des Samens 3 Zellschichten übrig[1]) (VII, 16—18; VIII, 17. 18; IX, 8. 10). Die Endospermzellen sind dickwandig, geben aber dabei sehr reine Zellstoffreactionen.

Der Bau der inneren Theile des Samens von *Spirodela* muss bis jetzt als so gut wie unbekannt bezeichnet werden. Der Einzige, der meines Wissens bis jetzt Gelegenheit gehabt hat, Samen von *S. polyrrhiza* zu untersuchen, ist Griffith, insofern dessen *L. major*[2]) unbedenklich als synonym mit der genannten Art angesehen werden darf; allein die Aufzeichnungen und Figuren dieses Autors geben über keine der in Betracht kommenden Fragen irgend genügenden Aufschluss.

In den Samen der bis jetzt im samentragenden Zustand bekannten und untersuchten *Wolffien*, *W. brasiliensis*,[3]) *hyalina* (IV, 18), *repanda* (IV, 27—29) erhält sich im ganzen Umkreis des Keimlings nur eine einzige, an den Seitenwandungen und im *Chalaza*-Theil mächtige, an dem *Micropyle*-Ende aber dünne (IV, 28) und hier wie bei *Lemna* von dem Keimträger durchbohrte Schicht von Endospermzellen, während man deren in früherer Zeit 2 deutlich nachweisen kann. Der Keimling, über dessen feinere Entwicklung zwar das zu Gebot stehende Material keinen Aufschluss gibt, der aber nach Weddell's Untersuchungen,[4]) mit denen die meinigen übereinstimmen, im halbentwickelten Zustand als ein wie bei *Lemna* an dem kurzen Keimträger hängender cylindrischer Körper in der Keimsackhöhle getroffen wird, theilt auch im entwickelten Zustand die äussere Form und wenigstens die gröbere Structur des Keimlings von *Lemna*; der ziemlich dick walzenförmige, bei *W. repanda* 0,22^{mm} lange, 0,11^{mm} dicke, bei *W. brasiliensis* nur wenig, dagegen bei *W. hyalina* beträchtlich mehr (bis 0,28^{mm} resp. 0,13^{mm}) messende Körper

---

1) Für *L. valdiviana* gibt Austin (bei A. Gray, Manual 5. Ed. p. 479) ein nur einschichtiges Eiweiss an, was angesichts der mehrfachen diese Art von den übrigen unterscheidenden Eigenthümlichkeiten durchaus nichts Unwahrscheinliches hat: ich selbst habe keine Gelegenheit gehabt, von dieser Art vollständig ausgereifte Samen zu untersuchen.

2) a. a. O. p. 216. T. CCLXIV. Einige der hier publicirten Figuren würden, wenn sie genau sein sollten, auf eine wesentliche, sich schon äusserlich manifestirende Verschiedenheit des Keimlings von dem der *Lemna*-Arten hindeuten (II, 7. 9. 10. 11); allein abgesehen von der inneren Unwahrscheinlichkeit einer wesentlichen Differenz dieses Theils bei so nahe verwandten Gattungen scheinen andere Figuren (8. 15. 16) einen dem von *Lemna* vollkommen ähnlichen Keimling darzustellen, und zudem äussert sich Gr. selbst über die Genauigkeit seiner Beobachtungen zweifelhaft (a. a. O. p. 221). Ob ein Endosperm vorhanden ist, geht überhaupt aus keiner der Figuren, noch aus einer Aeusserung im Text hervor.

3) Weddell a. a. O. p. 165. Figg. 19. 21. 4) a. a. O. p. 165. Fig. 20.

hat an dem *Micropyle*-Ende neben dem das Wurzelende repräsentirenden Ansatzpunkt des Trägers eine kurze enge Spalte, welche zu der von dem Cotyledonarkorper und der hypokotylen Axe umschlossenen, rückwärts gerichteten, etwa $^2/_3$ der Länge des ganzen Keimlings messenden *Plumula* führt. Die letztere umfasst in der Gegend ihres Ursprungs einen bei seiner Kleinheit und dem Zustand, in welchem die Samen zur Untersuchung zu gelangen pflegen, nur schwierig, aber doch bei vollendeter Reife stets auffindbaren, von Weddell nicht erwähnten, dagegen auch von Griffith[1]) bei *W. microscopica* gesehenen Tochterspross, über dessen specielles Verhältniss zur *Plumula* und zum *Cotyledo* ich aller Mühe ungeachtet bisher nichts Näheres ermitteln konnte. Es darf als fast unzweifelhaft angesehen werden, dass er nicht, wie bei *Lemna*, in die Seitenpartie des *Plumula*-Gewebes eingeschlossen ist, da sonst eine Keimung, wie sie bei *Wolffia* stattzufinden scheint, nicht denkbar wäre. Sollte, wie die Griffith'schen Figuren schliessen lassen können und wie die Analogie mit der späteren vegetativen Verzweigung von *Wolffia* sowie die Keimung es auch nahe zu legen scheinen, die *Plumula* diesen Tochterspross in medianer Stellung aus ihrer Rückenfläche erzeugt und ihn mit ihrem Rückengewebe überwachsen haben, so würde das zu ergänzende Blatt, dessen Achselspross er wäre, in seinem Verhältniss zum *Cotyledo* eine dem des ersten Blattes der *Plumula* der Gräser zum *Cotyledo* ganz entsprechende Stellung einnehmen. Der andere auch noch denkbare Fall, dass der Tochterspross als Achselspross des *Cotyledo* sich verhielte, würde für dieses seltene Blattstellungsverhältniss kein Beispiel darbieten, dürfte aber trotzdem an grösserer innerer Unwahrscheinlichkeit als der vorhin supponirte leiden.

Sämmtliche in den Zustand des Dauergewebes übergegangene Theile des Keimlings, sowie das Endosperm der *Lemna*- und *Wolffia*-Arten enthalten in ihren Zellen eine ansehnliche Menge feinkörniger Stärke;[2]) die feinkörnigste findet sich in den jüngsten und kleinzelligsten Theilen, wie dem Körper der *Plumula* (der Tochterspross derselben und der Körper der Nebenwurzel sind stärkeleer) und der Wurzelhaube. Neben diesem Stoff findet sich, in sehr kleinen Tropfen, welche aber bei in wässerigen Lösungen aufbewahrten Präparaten von Samen zu grösseren Tropfen zusammenfliessen, etwas fettes Oel, dessen specieller Sitz nicht zu ermitteln war, in Betreff dessen aber bemerkenswerth ist, dass seine Menge in schwächlicheren, im Zimmer erzogenen Samen, in welchen der Gehalt an Stärke bisweilen sehr gering wurde,[3]) sich besonders gross zeigte. Die stickstoffhaltigen Substanzen, deren Menge nicht blos in den im Zustand des Theilungsgewebes befindlichen, sondern auch in den stärkeführenden parenchymatösen Theilen des Keimlings sehr bedeutend ist, kommen in letzteren in sehr kleinen Körnchen vor, welche, auch unter Oel betrachtet, keine irgend regelmässigen Formen erkennen lassen.

1) a. a. O. T. CCLXVII, 2. 3; CCLXVIII, 8.

2) Trotz der gegentheiligen Angabe Gasparrini's bei Nägeli, Stärkekörner, p. 547.

3) In derartigen Samen von *L. gibba* traf ich auch bisweilen das eigenthümliche und bis jetzt keiner näheren Erklärung zugängliche Verhältniss, dass die der *Chalaza* zugekehrte Hälfte des Samens (Keimlings undEndosperms) ohne Stärke war, dagegen die andere Hälfte solche in ziemlicher Menge enthielt.

Samenhäute.

Die Integumente der Samenknospen von *Lemna minor, trisulca, gibba* erfahren von dem Augenblick der Befruchtung an, so dass das Eingetretensein der letzteren sich zunächst am auffälligsten durch die Veränderungen der Hüllen manifestirt, beträchtliche, sofort die hervorstechendsten Eigenthümlichkeiten der künftigen Samenhäute anbahnende Entwicklungen. Das Exostom schliesst sich durch Weiterwachsen seiner Ränder, in weit überwiegendem Grad des der Naht zugekehrten Theils seines Umfangs, welcher sich über den gegenüberliegenden, das Lageverhältniss zwischen Endostom und Exostom vollends gründlich verrückend, dicht herüberlegt (IX, 8). Bei den Lemnaceen mit atropen Samenknospen legen sich die Exostomränder einfach nur an einander an (IV, 18. 27; VII, 7). Das mit diesem Verschluss des Exostoms verbundene Wachsthum des äusseren Integuments am Samenscheitel ist beträchtlich genug, um den nöthigen Raum für die gleichzeitig erfolgende Volumszunahme des Endostoms zu schaffen. Das innere Integument erfährt vom Beginn der Samenentwicklung an keine Vermehrung seiner Zellen in der Richtung der Fläche oder Dicke, dagegen tritt fortan ein Gegensatz zwischen seinem grössern hintern zweischichtigen und dem vordern das Endostom umgebenden dreischichtigen Theil auf, in Folge dessen die Weiterentwicklung beider einen ganz gesonderten Gang befolgt und letzterer zu der Entstehung des wulstförmigen *Operculum* Veranlassung gibt, während jener zu einer dünnen Lamelle, der inneren Samenhaut, collabirt. Während das Endostom sich durch Dehnung und einfache Aneinanderpressung seiner Ränder fest schliesst, strecken sich die Zellen der äussersten Schicht schnell und sehr beträchtlich in der ungefähren Richtung der Radien einer Halbkugel in die Länge, (IX, 8) ihre freien Flächen leicht nach Aussen vorwölbend; dabei bleiben ihre Wandungen zart, wasserhell und behalten eine sehr reine Reaction auf Zellstoff bei, während aller geformte Inhalt verschwindet und die Zellhöhlen sich mit klarer Flüssigkeit erfüllen. In weit geringerem Maass dehnen sich die Zellen der mittleren Schicht, welche zugleich ihre Wandungen, wenigstens den nach einwärts gerichteten Theil derselben, mässig verdicken und bräunlich färben; in noch höherem Grad ist Letzteres der Fall bei den ein geringes Lumen beibehaltenden Zellen der inneren Schicht, welche sich mit einem im frischen Zustand hochrothen, beim Eintrocknen oder auch bei Aufbewahrung in Weingeist zu einer braunen Masse coagulirenden Saft erfüllen. Die zwei inneren verdickten und gefärbten Zelllagen des so gebildeten *Operculum* lassen, wie es die Anordnung der Integumentzellen in Längsreihen mit sich bringt, von der Fläche gesehen einen strahlenförmigen Bau deutlich erkennen; die Strahlen sind keilförmig, indem ihre innersten die Micropyle umsäumenden Zellen sehr schmal, die äusseren successiv breiter und die peripherischen am breitesten sind. Eine der der inneren Endostomzellen ganz analoge Veränderung greift Platz in dem Gewebe der *Chalaza* durch die ganze Dicke derselben (das äussere und innere Integument); die zunächst noch durch etliche Theilungen vermehrten, darum engen Zellen dieser Partie verdicken ihre Wandungen in mässigem Grad und füllen sich mit einem Saft von den vorhin erwähnten Eigenschaften, daher der halbreife und reife Same an der *Chalaza* einen im frischen Zustand purpurrothen, nach dem Eintrocknen braunen, von dem übrigen Gewebe der äusseren Samenhaut

scharf abgegrenzten, die ganze Dicke seiner Umhüllung durchsetzenden Fleck (*Ch*, IX, 8. 9; XI, 12. 13) darbietet. Ganz dieselbe Beschaffenheit zeigt die *Chalaza* der *Lemna*-Arten mit atropen Samen (VII, 16; VIII, 16. 17) und die der Wolffien (II, 5; III, 9; IV, 18. 27); die dunkelgefärbte *Chalaza* ist bei all diesen Pflanzen der am schnellsten in die Augen fallende Theil des ganzen Samens und in vielen Fällen ein bequemes Orientirungsmittel für die Lagerungsverhältnisse desselben und seiner Theile; der die engen Lumina erfüllende Inhalt erregt bei minder genauer Untersuchung den Schein, als ob die zellige Structur durch Collapsus der Zellen verwischt wäre, was in Wirklichkeit nicht der Fall ist. Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure, selbst 24stündiges Liegen in derselben, übt ausser einigem Blässerwerden der braunen Farbe keinen sichtbaren Einfluss auf diese Gewebspartie im reifen Samen aus.

Der ganze übrige zwischen der *Chalaza* und dem Umfang des *Operculum* gelegene bauchig-cylindrische Theil des inneren Integuments wird, wenn die Entwicklung des Samens in normaler Weise vor sich geht, sehr schnell von dem schwellenden Inhalt des Keimsackes zusammengedrückt und erscheint alsdann in Quer- und Längsdurchschnitten schon bei nicht ganz reifen Samen nur noch in Form eines dicken braunen Striches von 0,002—3^{mm} Mächtigkeit (*ii*, VII, 7. 8. 16—19; VIII, 17. 18; IX, 8. 9; XI, 14. 15; XII, 2. 3), während man allerdings öfters in Samen mit schwächlich entwickelten Innentheilen, wie man sie als Producte der Zimmercultur erhält, die Lumina der beiden Zellenlagen, wenn auch reducirt, so doch bis zur Reife deutlich erhalten vorfindet. Die äusseren, dem äusseren Integument anliegenden Wandungen der äusseren der beiden Zellschichten gehen besonders eigenthümliche Veränderungen ein; von dem übrigen Theil der Zellen, zu welchen sie gehören, sich trennend und sich chemisch von ihm differenzirend verschmelzen sie unter einander zu einer zusammenhängenden, in mehreren Stücken einer Cuticula ähnlichen derben Lamelle, welche sich, wenn man halbreife oder reife Samen durch Aetzkalilösung erweicht und die äussere Samenhaut zunächst abgelöst hat, von den unterliegenden Theilen ohne Mühe als Ganzes oder wenigstens in grösseren Fetzen abschälen lässt und alsdann als eine etwas dehnbare und elastische, wasserhelle und anscheinend structurlose, in starker Schwefelsäure auch bei längerem Verweilen darin sich nicht sichtbar verändernde Haut erscheint, dagegen durch Chlorzinkjodlösung schnell eine glänzend hochgelbe Färbung annimmt und jetzt ihren Ursprung durch ein zartes nun erst sichtbar werdendes Netz polygonaler, in Längsreihen angeordneter (X. 15) in Grösse und Form nicht den Gewebselementen der äusseren, dagegen denen der inneren Samenhaut entsprechender Maschen kundgibt. Es kann nach der Einwirkung des genannten Reagens keinen vollständigeren Gegensatz geben, als zwischen der dunkelvioletten Färbung, welche das etwa anhängende *Operculum* und derjenigen, welche die in Rede stehende Lamelle, die in den Samen aller von mir untersuchten Lemnaceen gleichmässig vorhanden ist, darbietet. Nach eingetretener vollständiger Reife des Samens wird die Isolirung in grösseren Stücken schwieriger und das Netzwerk undeutlicher als in einer der Reife vorausgegangenen Periode.[1])

---

1) Lässt man auf die durch obiges Verfahren gelb gefärbte und wieder mit Wasser äusserlich abgespülte Lamelle englische Schwefelsäure einwirken, so tritt schnell Entfärbung ein unter Ausscheidung zahlloser auch bei

Die inneren Wandungen der äusseren Zelllage bleiben dagegen mit der inneren Zelllage fest vereinigt zu einer deutlich doppelschichtigen zarten Haut, welche, wenn man sie aus mit Aetzkali erweichten Samen isolirt, mit Chlorzinkjodlösung die Reaction unreinen Zellstoffs — braunviolette bis graublaue Färbung in bei verschiedenen Sorten einer und derselben Art ziemlich verschiedenen Nuancirungen — darbietet, und deren quer gestreckte, die Anordnung in Längsreihen (XII, 6) noch deutlich zeigende Elemente den vorhandenen Gegensatz zwischen collabirten Zellen und blossen Zellwandungsstücken klar hervortreten lassen; jene (die inneren) bilden ein zusammenhängendes Netzwerk mit polygonalen Maschen und zerren die letzteren, welche ihnen adhäriren und ihrer Ausdehnung nur unvollkommen zu folgen vermögen, in querer Richtung auseinander, so dass zwischen ihnen hin und her gezackte (an den breitesten Stellen bis $0{,}0115^{mm}$ messende) der Länge des Samens nach verlaufende Zwischenräume, mitunter auch klaffende Längsrisse in den einzelnen Zellhautstücken sich bilden.

Die so eben geschilderten Verhältnisse sind bei einer und derselben Art nicht immer gleich deutlich zu erkennen; oft ist der Collapsus und die Desorganisation der in Rede stehenden Lamelle noch vollständiger, und alsdann der Nachweis schwieriger; wesentliche Verschiedenheiten in dem Verhalten der gegenwärtigen Schicht oder in der Adhäsion zwischen äusserer und innerer Samenhaut[1], konnte ich in den Samen sämmtlicher *Lemna*-Arten nicht auffinden.

Der Samendeckel, *Operculum* (Richard,[2]) Schleiden), *Embryotega* (Gärtner), *Scutellum* (Wilson[3]), zeigt dagegen im ausgebildeten Zustand bei verschiedenen Arten einige Verschiedenheiten. Während das *Operculum* bei *Lemna minor* und *paucicostata* (VIII, 17; IX, 8) den durch das Wachsthum der Exostomränder geschaffenen fast halbkugeligen Raum von den ersten Stadien der Samenentwicklung an bis zur Reife ganz ausfüllt und seine strahlig gestreckten Zellen vollkommen glatte Wandungen zeigen, traf ich bei *L. gibba* (XI, 14) in frischen reifen Samen die Längswandungen jener Zellen stets in zarte, zierliche, krausenartige Querfalten gelegt und den Deckel im Ganzen etwas geschrumpft, so dass zwischen ihm und dem Scheitel der äusseren Samenhaut ein lufthaltiger Raum entstanden war; auch bei *L. trisulca* zeigten reife Samen einen ähnlichen, in den einen Fällen weiteren in anderen engeren Zwischenraum, dagegen von der wellenförmigen Faltung nur leichtere Andeutungen. Wie es sich in dieser Beziehung bei den andern *Lemna*- und den *Wolffia*-Arten verhält, ist nicht ganz sicher, indem die zartwandigen Zellen der äusseren Deckelschicht durch die Austrocknung eine beträchtliche Schrumpfung zu erleiden pflegen und die veränderte Form sich nicht mehr vollständig wiederherstellen lässt: es scheint jedoch auch bei *L. perpusilla* und *angolensis* (IX, 16) normal kein

---

stärkster Vergrösserung punctförmig erscheinender dunkler Partikelchen (Iodtheilchen). Nach etlichen Stunden Stehens hat sich die gelbe Färbung unter Verschwinden der dunklen Puncte wiederhergestellt. Offenbar war der Membran Wasser entzogen und sie dadurch zur Ausscheidung des Iod veranlasst worden; hat die Säure später aus der Luft mehr Wasser aufgenommen, so gibt sie wieder davon an die Membran ab, und diese nimmt das im Wasser sich in geringer Menge lösende Iod wieder auf.

1) wie sie z. B. bei A. Gray a. a. O. p. 479 zum Theil zur Charakterisirung von Arten (*L. perpusilla* und *valdiviana*) benutzt werden wollen.

2) Arch. de Bot. I, 206.

3) Hooker, Bot. Miscell. Vol. I, p. 146.

Zwischenraum zwischen äusserer Samenhaut und Deckel zu existiren, während bei *L. valdiviana*, wie wenigstens die Untersuchung noch nicht ganz ausgereifter Samen (VII. 7) andeutet, sich der Deckel zu besonders hoher, fast kegelförmiger Wölbung[1]) zu entwickeln und damit in Verbindung eine Entwicklung des von dem Deckel jedenfalls durch einen freien Zwischenraum getrennten Scheitels der äusseren Samenhaut zu conisch zugespitzter Form zu stehen scheint. Die Vergleichung der Gestalt des *Operculum* mit der eines umgekehrten Trichters[2]) scheint eigentlich nur auf jenen Theil im durch das Trocknen geschrumpften Zustand zu passen, wo dann allerdings die ihre Form beibehaltenden inneren verhärteten Zellschichten sich in dieser Form darstellen.

Dass *Spirodela* einen dem von *Lemna* ganz ähnlichen Samendeckel besitzt, geht aus den Figuren Griffith's[3]) mit Sicherheit hervor. In den Samen der Wolffien geht das innere Integument eine ähnliche Desorganisation wie bei *Lemna* ein, so dass es die Form einer zwischen der gebräunten *Chalaza* und dem zum Deckel umgebildeten Endostom (*op.* IV, 18. 26. 27) sich erstreckenden, dünnen, aus vollständig collabirten Zellen bestehenden und sich in zwei Lagen differenzirenden Lamelle annimmt. Doch sieht man die ziemlich derbe, mit Iod und Chlorzinkjodlösung sich hochgelb färbende Membran, welche in Lage und Verhalten ganz der cuticularisirten äusseren Lamelle der inneren Samenhaut von *Lemna* entspricht, nicht, wie bei *Lemna*, am Umfang des Deckels quer abgeschnitten, sondern sich in eine zarte das *Operculum* selbst überziehende und von diesem ablösbare *Cuticula* fortsetzen, wornach die äussere Fläche des *Operculum*, obwohl von der äusseren Samenhaut bedeckt, cuticularisirt sein muss. Der stets collabirte Zustand, in welchem das Gewebe des Deckels sich befindet, lässt das feinere Verhalten nicht erkennen; sicher aber ist, dass das *Operculum* einen im Wesentlichen dem bei *Lemna* ganz entsprechenden Bau besitzt; es besteht z. B. bei *W. repanda* aus 9—12, bei *W. brasiliensis* aus 13—14 Strahlen und liegt bei allen Arten, deren Samen mir zugänglich waren, der Innenfläche des Scheitels der äusseren Samenhaut an. Ebenso entspricht die innere Lamelle der inneren Samenhaut der von *Lemna*.

Es bleibt endlich noch übrig, auch auf die Veränderungen, welche das abgesehen von dem *Chalaza*- und *Micropyle*-Theil seither noch nicht berücksichtigte äussere Integument bis zur definitiven Bildung der äusseren Samenhaut erfährt, einen Blick zu werfen; sie zeigen bei nahe verwandten Formen zum Theil mehr Mannigfaltigkeit, als bei einem so wesentlichen Theil, wie der Same, von vorn herein erwartet werden sollte. Die lebhafte Zellenvermehrung, welche sich in dem Auswachsen der Exostomränder äussert, pflanzt sich bei den *Lemna*-Arten auf das übrige äussere Integument fort in der Weise, dass die 2—3 inneren Schichten eine beträchtliche Vermehrung ihrer Elemente in der Richtung der Fläche durch Auftreten von Quer- und Längswänden erfahren, wozu bei der Mehrzahl der Arten gleichzeitig eine Vermehrung der Schichten durch der Oberfläche parallele Wandungen kommt, welche übrigens bei eini-

---

1) Auch Austin scheint Aehnliches gesehen zu haben („operculum distinctly apiculate" a. a. O.).
2) Weddell a. a. O. p. 164.
3) a. a O. T. CCLXIV, II, 6. 7, 13.

gen Arten auch unterbleibt. Die äusserste Zelllage wird dagegen zu der einen besonderen Bildungsgang einschlagenden Oberhaut des Samens, welche, frühzeitig die Vermehrung ihrer Zellen und das selbstständige Wachsthum einstellend, der passiven Dehnung in Folge der Volumszunahme des übrigen Samens einige Zeit vor dessen Reife erliegt, durch Zerreissung und Abstossung ihrer Zellen zu Grunde geht und die den einzelnen Arten eigenthümliche Sculptur der Samenoberfläche hinterlässt.

Am einfachsten gestaltet sich der Bau der äusseren Samenhaut bei etlichen nahe mit einander verwandten Arten mit atropen Samen: *L. paucicostata* und *angolensis*; die Zellen der Oberhaut, welche in Längsreihen angeordnet sind, doch so, dass die Zahl derselben an der Basis und Spitze des Samens durch Zusammenfliessen einiger Reihen etwas gegenüber der dickeren Mitte abnimmt, vermehren sich gar nicht in Richtung der Peripherie, die Zellen der 2—3 übrigen Schichten nur mässig; in Richtung der Dicke erfolgt theils keine Vermehrung, theils nur um eine Schicht, dagegen erfolgen entsprechend den Grenzen der senkrechten Epidermiszellenreihen leichte Vorwölbungen zur Bildung von aus Längsreihen kleiner Höcker bestehenden, daher gekerbten, Längsrippen (VII, 17; VIII, 17. 18). Die Epidermiszellen, so lange sie vorhanden sind, (VII, 17) erstrecken sich in Querschnitten von Samen tangential von einer Rippe zur andern; die Zahl der Rippen beträgt in der mittleren dicksten Partie des Samens bei *L. angolensis* 15—18, und der von der Fläche gesehene reife Same zeigt abgesehen von den Rippen noch eine feinere, den Grenzen der verloren gegangenen Epidermiszellen entsprechende Facettirung der einzelnen Thäler. Ebenso beträgt bei den verschiedenen Formen der *L. paucicostata* die Zahl der Rippen 14—20. Das Gewebe der *Testa* selbst besteht bei diesen Pflanzen aus einem relativ grosszelligen, lückenlosen und mässig dickwandigen Parenchym. Die Zahl der Schichten steigt nur in der Nähe der Samenspitze, in der Höhe der Grenzlinie zwischen dem *Operculum* und dem übrigen Theil der inneren Samenhaut stellenweise auf 4; in dieser Gegend pflegt überhaupt, auch bei den andern Arten, die hier in die seichte Furche zwischen den genannten Theilen sich einsenkende *Testa* am dicksten und ihre Schichtenzahl am grössten zu sein; sowohl nach Oben, in der wenigschichtigen das *Operculum* überziehenden Spitze, als nach Unten nehmen Dicke und Schichtenzahl rasch ab.

Besonders beträchtlich ist der Contrast der Dicke der *Testa* an den genannten Stellen bei *L. perpusilla* (VII, 18. 19). Bei dieser Art tritt in dem äusseren Integument eine weit beträchtlichere Vermehrung der Zellen ein, und es entwickelt sich eine viel kleinzelligere *Testa*, deren Elemente sich überdies etwas abrunden und ein poröses, von engen Intercellularräumen durchsetztes Parenchym bilden. Auch die Epidermiszellen theilen sich einigemal in Richtung der Peripherie, und die *Testa* bekommt daher meist etwa 40, bisweilen 50—60 schwache und leicht gekerbte Rippen, deren Verhältniss zu der Erstreckung der Epidermiszellen ein analoges ist, wie bei den vorhin erwähnten Arten. Die Flächenansicht des Samens zeigt die zahlreichen, kleinen, in Längsreihen gestellten und den abgestossenen Epidermiszellen entsprechenden Facetten der Oberfläche. Der mittlere stellenweise sehr dünne Theil der *Testa* bleibt 2—3 schichtig, dagegen finden sich in der Höhe des Umfangs das *Operculum* 6—7 Zellschichten.

Lemna gibba (XI, 14. 15; XII, 4. 5), *trisulca* und *minor* (IX, 10) stimmen in Beziehung auf Bau und Entwicklung der *Testa* sehr unter einander überein. Das Zellgewebe des äusseren Integuments vermehrt sich stark durch Theilungen in Richtung der Dicke und der Peripherie unter wenigstens theilweisem Erhaltenbleiben der Anordnung in Längsreihen namentlich bei Betrachtung von der inneren Oberfläche; ferner runden sich die Zellen ab unter Bildung von sternförmigen engen Lücken und unter mässiger Verdickung ihrer Wandungen. Das Dickenwachsthum erfolgt aber in sehr ungleichmässiger Weise, indem in einer mässigen Anzahl (12—14) Längsstreifen die Zahl der Schichten um 2—3 höher wird (an dem dicksten Theil der *Testa* auf 8—9, in deren Mitte auf 5—6 steigt) als in den zwischenliegenden, ebenfalls streifenförmigen Partieen, wodurch sich jene zu sanft abgerundeten, nicht gekerbten Rippen (VI, 18; XII, 2, 3), diese zu Furchen entwickeln. Die Niveauverschiedenheiten sind beträchtlicher als die der Leisten und Furchen bei den ersterwähnten 3 Arten, übrigens an verschiedenen Stellen desselben Samens sehr verschieden und stellenweise verschwindend, namentlich an dem der Anheftungsstelle zugekehrten Theil der Peripherie bei den Arten mit hemianatropen Samen. Die Epidermis zeigt dabei ebenfalls noch eine Zeit lang Vermehrung ihrer eine deutliche Anordnung in Längsreihen beibehaltenden Elemente sowohl in der Längs- als in der Querrichtung; die tangentiale Erstreckung derselben ist geringer als die Entfernung zwischen der Höhe zweier Rippen (IX, 10; XII, 4), so dass am häufigsten, z. B. bei *L. gibba*, eine Furche von einer Längsreihe ziemlich in die Breite gezogener, bei der Ansicht von der Fläche aber niedriger Epidermiszellen ausgefüllt und ebenso meist eine Rippe von 1—2 solchen Längsreihen bedeckt wird, welches Verhalten übrigens mehrfache Abänderungen erfährt. Hiebei gleichen die Epidermiszellen durch verhältnissmässige grössere und geringere radiale Streckung die Furchen vollständig aus, so dass der mit der Epidermis überzogene Same glatt erscheint und erst mit der Abwerfung jener seine eigenthümliche Sculptur hervortritt. Dasselbe Verhalten zeigen auch die drei erstgenannten Arten in ganz analoger Weise; alle *Lemnae* haben Samen, welche noch im fast reifen Zustand glatt, im vollkommen reifen dagegen irgendwie mit entweder abgerundeten und nicht gekerbten, oder aber mit etwas schärferen und gekerbten Längsleisten in verschiedener Zahl bezeichnet sind. Die Epidermis der Samen erscheint überall als der früher oder später im Wachsthum zurückbleibende, von da an nur passiv gespannte und den Gestaltveränderungen der *Testa* einen gewissen Widerstand leistende, endlich aber in dem Antagonismus unterliegende Theil; ihre Abstossung gehört ganz offenbar, so gut als die Häutung, welche die Wurzeln der Wasserlinsen vollkommen normaler Weise erfahren und als die Abwerfung der Oberhaut der Axentheile holziger Gewächse zu dem normalen Entwickelungsprocess der Samen. Besonders klar wird dies noch dadurch, dass man noch vor Abwerfung der Samenoberhaut diejenigen Zellwandungen, welche bestimmt sind, nachher die Samenoberfläche zu bilden, d. h. die äusseren Wandungen der subepidermidalen Schicht, sich verdicken sieht; diese Verdickung schreitet nachher noch weiter vor unter Braunfärbung und Cuticularisirung der Oberfläche. Die Epidermiszellen bleiben stets, so lange sie sich erhalten, äusserst zartwandig und wasserhell; ihre Häute liefern reine Zellstoffreactionen; der Zeitpunct ihres Verlorengehens ist aber aus nicht näher ersichtlichen Gründen ein sehr verschiedener, indem man in einzelnen

Fällen, bei *L. perpusilla* und *paucicostata* so gut wie bei *L. minor* und *gibba*, fast oder ganz reife Samen noch mit ihr versehen, andermal dagegen noch sehr unreife Samen ohne sie trifft. Sehr gewöhnlich dagegen sind in Quer- und Längsschnitten der Samen ihre letzten Reste auch nach erfolgter Abstossung noch deutlich sichtbar in Form kleiner, zackenartig über die Oberfläche hervortretender, die Basis ihrer radialen Wandungen bildender Leistchen (VII, 16). Ebenso verhalten sich jene Zellen verschieden in Bezug auf Inhalt; stets verschwindet die Stärke, welche theils als Residuum der in den Zellen des Integuments anfangs vorhandenen, ihren grünen Farbstoff bald nach der Befruchtung verlierenden Chlorophyllkörner, theils in Folge von Ablagerung nach Beendigung des Zellenvermehrungsprocesses die *Testa* halbreifer Samen oft bis zum Vollgepfropftsein in vorübergehender Weise erfüllt, früher in der eigentlichen *Testa* als in der zur Oberhaut werdenden peripherischen Schicht; allein der Zeitpunct, von welchem an sie in der letzteren nicht mehr getroffen wird, ist unbestimmt bei einer und derselben Art; ich traf der Reife nahe Samen von *L. perpusilla* mit vollständig erhaltener und mit feinkörniger Stärke erfüllter Epidermis, andermal die Stärke viel früher verschwunden; jedenfalls wird dieser Stoff nicht selten zu einer Zeit und unter Verhältnissen angetroffen, die sein Verlorengehen für den Haushalt der Pflanze bei der Abwerfung der Oberhaut fast ausser Zweifel setzen.

Die, wie erwähnt, bei den meisten Arten von *Lemna* abgerundeten und ein lufthaltiges Parenchym darstellenden Zellen der *Testa* besitzen mässig verdickte, fast wasserhelle, farblose, bisweilen da, wo ihrer mehrere sich berühren, kleine Zwickel von anderer Lichtbrechung zwischen sich fassende Wandungen, die aber nichts desto weniger gegen Reagentien in der Art chemisch stark veränderter Zellmembranen, ähnlich den sogenannten verkorkten, sich verhalten. Beim Liegen in concentrirter Schwefelsäure zeigen sie, ganz im Gegensatz gegen die inneren Theile des Samens, keine sichtbare Veränderung, und Chlorzinkjodlösung färbt sie auch nach dem Kochen mit Aetzkali meist nur gelb; doch sah ich durch letztere Behandlung bei afrikanischen Samen der sich gewöhnlich in der angegebenen Weise verhaltenden *L. gibba* auch starke und reine Reaction auf Zellstoff eintreten, ein Beweis, dass auch derartige Verhältnisse durch äussere Umstände modificirbar sind.

Die spurweise vorhandene Samennaht bei den Arten mit hemianatropen Samenknospen pflegt zur Zeit der Reife im verschrumpften Zustand getroffen zu werden. Bei *L. gibba* ist dieser Theil (XII, 5, *r*.) nicht blos ausgebildeter, sondern auch dauerhafter; er erscheint hier in Form eines Bündels von in Folge unterbleibender Quertheilung während der Entwickelung der *Testa* verlängert-prismatischen, sehr zartwandigen Zellen, welches, so lange die Oberhaut erhalten ist, in queren Durchschnitten scheinbar in diese übergeht und dessen Elemente das im Gegensatz gegen das *Testa*-Gewebe stehende chemische Verhalten der Oberhautzellen theilen. Die früher vorhanden gewesene zarte Ringzellenreihe ist in Folge der stattgehabten Längsstreckung (und, wie es scheint, der Resorption der Ringe) nicht mehr als solche erkennbar.

Die Samen der Wolffien so weit sie bekannt sind, zeigen eine annähernd glatte Oberfläche, von welcher sich aber, wie ich mich bei *W. repanda* (IV, 29) und *brasiliensis* überzeugte, ebenso wie bei *Lemna*, längere oder auch ganz kurze Zeit vor der Reife eine äusserste

Zellschicht abschält, ihre Spuren nur als leichte Unebenheiten zurücklassend. Der ganze Scheiteltheil der *Testa*, soweit diese das *Operculum* überzieht, ist, die Samenepidermis nicht mitgerechnet, zweischichtig, während im mittleren dicken Theil die Zahl der Schichten bei *W. repanda* auf 3, bei *W. hyalina* und *brasiliensis* auf 4—5 steigt; im untern Theil gegen die *Chalaza* hin pflegt die Zahl der Schichten wieder um eine zu fallen. Die Zellen sind lückenlos verbunden und bis nahe zur Reife mit Stärke vollgepfropft;[1] in ganz ausgereiften Samen ist diese verschwunden und das Gewebe zeigt jetzt gegen Schwefelsäure und Iodpräparate ganz dieselbe Reaction wie bei *Lemna*.

Bei allen Lemnaceen mit einsamiger Frucht hat der Same die Form eines bald kürzeren (so bei *Wolffia*), bald länglicheren Ovoids; dagegen ist die äussere Gestalt der Samen von *Lemna gibba* äusserst verschieden und durchaus abhängig von der Zahl der sich in der Frucht entwickelnden Samen, indem sich diese in den vorhandenen Raum theilen und in dem Maass des Dickenwachsthums ihrer *Testa*, — denn auf deren Rechnung kommen die Formverschiedenheiten ausschliesslich —, an verschiedenen Theilen ihres Umfangs sich einander anbequemen. Sind es zwei, so platten sie sich auf der einen Seite ab: die häufigeren Fälle von 3, 4 oder 5 entwickelten Samen führen zur Entstehung mehr oder weniger deutlich dreikantiger Formen (XII, 2. 3) mit Vorwölbung der äussern und Abplattung der einander zugekehrten Flächen und je nach Umständen stumpf-, recht- oder spitzwinkeliger Innenkante. Entwickelt sich nur ein Same, so gleicht seine Form sehr der bei *L. minor* oder *trisulca*.

Keimung.

Die mehrfachen Darstellungen und Bemerkungen, zu welchen dieser Theil der Entwicklungsgeschichte der Lemnaceen Veranlassung gegeben hat,[2] haben die äusseren Gestaltungen, wie sie das successive Hervortreten der im Samen ineinandergeschachtelten Gebilde aus einander und aus den Samenhüllen begleiten, zur Genüge festgestellt, so dass in dieser Richtung die folgenden gedrängten, auf Beobachtungen an Keimpflanzen von *L. gibba, minor, trisulca, paucicostata* gestützten Bemerkungen nichts wesentlich Neues beitragen werden. Zum Theil bezweckten jene Beschreibungen wesentlich die Feststellung der Bedeutung und Benennung der verschiedenen Theile des Samens, welche schon im Seitherigen erörtert wurden. Einige aus der genaueren Untersuchung der Keimgebilde geschöpfte Notizen in nachstehender Darstellung könnten eher als neue Beiträge zur Kenntniss des Gegenstandes betrachtet werden.

Die Zeit, welche der Same vom Augenblick der Befruchtung an bis zur völligen Ausbildung braucht, beträgt nach Beobachtungen an *L. minor, trisulca* und *gibba* etwa 4 Wochen,

---

1) Daher die von Weddell (a. a. O.) betonte Blaufärbung durch Iod.

2) Für *Wolffia* (Grantia Griff.) vgl. Griffith a. a. O. p. 224, T. CCLXVII, CCLXVIII. Für *Lemna gibba*: Richard in Arch. de Bot. I, 205, figg. *S—W*; A. Brongniart ebend. II, 103; W. Wilson in Hook. Bot. Miscell. I, 145, T. XLII; Weddell in Ann. d. sc. nat. 3. Sér. T. XII, p. 167. Für *L. minor*: Hofmeister in Pringsh. Jahrb. I, 152 und Neue Beitr. II, T. II, figg. 22—28; p. 716. Für *L. paucicostata*: Griffith a. a. O. p. 213, 218; T. CCLXII.

auch wohl etwas darüber; man trifft daher selbst von letzterer, welche etwas später als die zwei andern blüht, reife Samen von Mitte Juli an, und da dieselben nach ganz kurzer Ruhe in Keimung übergehen, so muss die grosse Mehrzahl der in einem Sommer gereiften Samen unter irgend günstigen Verhältnissen in demselben Jahr keimen und eine überwinterungsfähige Nachkommenschaft liefern. Ich sah denn auch die Samen von *L. trisulca* zu Ende des Juli, Richard die der *L. gibba* von Ende August an zum Theil an der Mutterpflanze nach dem Zerfall der Fruchtwandung in Keimung übergehen, ohne dass sie das Wasser, in welchem sie erwachsen waren, verlassen hatten, und dass bei *Wolffia* Aehnliches vorkommt, zeigte mir ein in seiner Mutterpflanze steckender Same von *W. repanda*, dessen Wurzelende unter Abwerfung des Deckels hervorzutreten begonnen hatte. Ja bei *L. trisulca* trat die Keimung selbst innerhalb der vom Wasser umspülten und damit erfüllten Frucht ein, so dass der grösste Theil des Pericarps durch die austretende Keimpflanze abgehoben wurde. Anderemale sieht man dagegen auch im Wasser zu Boden gefallene Samen keimen.

Andererseits ist sichergestellt, dass der Same verschiedener Arten in der Trockenheit entwicklungsfähig bleibt; ich sah die 4 Wochen lang trocken aufbewahrten Samen von *L. gibba* binnen 7 Tagen von ihrer Wiederversetzung in Wasser an bei schönem warmem Herbstwetter in Keimung übergehen; Wilson's Versuche mit den Winter über bis März und April aufbewahrten Samen derselben Art führten zu einem ähnlichen Resultat, und es kann kein Zweifel sein, dass gerade diese öfters an solchen Orten, die im Spätsommer austrocknen, vorkommende Pflanze nicht selten mit Hilfe dieser Eigenschaft ihrer Samen sich von einem Jahr zum andern erhält. Ebenso lebt die wenigstens in Nordamerika erst gegen den Herbst hin — und zwar reich — fructificirende *L. paucicostata* daselbst an Localitäten, welche alljährlich austrocknen;[1]) ich sah von derselben im Mai gesammelte Keimpflanzen, so dass an der Ueberwinterung der Samen im Freien nicht zu zweifeln ist.

Indem das theilungsfähige Gewebe, aus welchem sämmtliche der *Micropyle* zugekehrten Theile des Keimlings bestehen, zu neuer Thätigkeit erwacht, sprengt die eintretende Volumszunahme derselben das *Operculum* mittelst eines glatten circulären Risses von dem übrigen Theil der inneren Samenhaut ab, und sie treten, das mit dem Wurzelende verbundene *Operculum* und die dem letztern innen anliegende Endospermzellenschicht mitnehmend, unter unregelmässiger Zerreissung des Scheitels der *Testa* in Form eines grünen Wärzchens nach Aussen (V, 1). Man erkennt hinfort den Punct, der dem Wurzelende des Keimpflänzchens entspricht, an dem hier in Form eines braunen runden Scheibchens ziemlich fest anhängenden und erst nach Entwicklung einiger Verzweigungen und Nebenwurzeln zugleich mit der primären Keimaxe, an welcher es anhaftet, verloren gehenden *Operculum*. Das Hervortreten des von dem Wurzelende, dem Cotyledonarrand und der *Plumula* dargestellten Theiles des Keimlings beruht zunächst auf einer schnell eintretenden Längsstreckung der Zellen des an das Wurzelende grenzenden, die hypokotyle Axe repräsentirenden Gewebstheils, während gleichzeitig der Cotyledonarrand sichtlich noch kurze Zeit nach dem früher erwähnten ihm eigenen Zellvermehrungsgesetz selbstständig

1) Engelmann, brieflich.

weiterwächst, und nachfolgende seiner Rückenfläche parallele Wände die Schichten des herausgetretenen Theiles vermehren. Dieser Vorgang in Verbindung mit der darauf folgenden starken Längs- und Dickendehnung, bewirkt eine rasch zunehmende, die Rückenfläche einseitig wulstförmig vorwölbende Vergrösserung des hervorgetretenen Theils des Keimlings (V, 5. 6; IX, 14. 15). Da nach dem Früheren — bei den Arten mit nicht atropen Samen — die Lage der Rücken- und Bauchfläche der *Plumula*, somit auch die der Rückenfläche des Cotyledo, ohne alle Beziehung zu der Lage der Samennaht ist, so kann letztere auf jeder beliebigen Seite der *Testa* des keimenden Samens verlaufen.

Der von dem ausgetretenen Theil des Keimlings leer gelassene *Micropyle*-Theil der Samenhöhle wird durch den nachrückenden, seine Zellen einfach in die Länge streckenden und mit dem Endosperm in Berührung bleibenden inneren Theil des Cotyledo ausgefüllt; dieser gestaltet sich dadurch zu einem zapfenförmigen Anhang (IX, 15. 17) an der Keimpflanze, welcher verhältnissmässig um so kleiner wird, je mehr der ausgetretene Theil an Volumen zunimmt, und zu welchem sich der letztere in Folge der wulstförmigen Wölbung seines Rückens sehr frühzeitig in einen stumpfen und sofort in einen einem rechten sich nähernden Winkel stellt (IX, 15). Auf diese Weise wird, da der Same mit der engen Textur seiner Häute unter allen Umständen, gegenüber dem schnell seine Zellen dehnenden und frühzeitig Lufthöhlen entwickelnden Gewebe des Keims, den schwersten Theil des ganzen Keimpflänzchens ausmacht und daher senkrecht ins Wasser hinabzuhängen strebt, die Lage der Rückenfläche der Keimtheile nach Oben, somit auch die nicht absteigende, sondern wagrechte Richtung des Würzelchens (V, 2. 5. 6. *b*; IX, 14. 15) von der Zeit an, da überhaupt die Keimpflanze an die Oberfläche emporgestiegen ist, gesichert. Die Theile nehmen, wenn man eine Keimpflanze von *L. minor* um diese Zeit in beliebiger Lage ins Wasser bringt, diese von dem Gesetz der Schwere geforderte und zugleich physiologisch nothwendige Lage alsbald von selbst an. Nachdem der hervorgetretene Keimtheil etwa das Volumen des Samens erreicht hat, so wird durch die sich entwickelnde und jetzt hervorbrechende *Plumula* die Cotyledonarspalte nicht blos erweitert, sondern geschlitzt und in einen breiten Riss mit Ober- und Unterlippe verwandelt; letztere, das Wurzelende und die hypokotyle Axe begreifend, trägt an ihrer Spitze das *Operculum* und wird gleich hinter diesem durch die gleichzeitig ihr Wachsthum neu aufnehmende Nebenwurzel der *Plumula* hügelförmig vorgewölbt (V, 2; IX, 14. 15). Die Wurzel durchbricht, während die *Plumula* sich zu einer nach vorn abgerundeten, den Cotyledo schnell an Grösse überragenden Scheibe ausbreitet, in schief nach vorn absteigender Richtung die hypokotyle Axe, (V, 5, *b*; 6) deren Gewebe um den Wurzelhals eine ganz kurze Scheide bildet, und treibt ihre mit der Wurzelhaube überzogene Spitze ins Wasser hinab. Was sich in Betreff des Baues und der Wachsthumsweise dieser ersten Adventivwurzel ermitteln lässt, stimmt ganz überein mit dem später über die gewöhnlichen Wurzeln Anzuführenden; dagegen ist ihr Verhalten von den letzteren insofern verschieden, als jene, schon innerhalb des Samens in die hypokotyle Axe eingebohrt, diese nothwendig vollends durchbrechen muss, um ins Freie zu gelangen, während die Wurzeln der gewöhnlichen vegetativen Sprosse sich aus der Tasche, aus welcher letztere entspringen, horizontal fortschieben, ohne die Wandungen derselben zu verletzen. Die immer mehr der senkrechten sich nähernde Richtung

der ersten Wurzel trägt weiterhin auch noch das Ihrige dazu bei, die Keimpflanze in der ihrer Lebensweise entsprechenden Lage zu sichern.

Das die *Plumula* darstellende Stengelglied zeigt in seinem basalen eingeschlossenen Theil eine einseitig, nämlich auf der Seite, auf welcher es seinen Tochterspross birgt, sehr stark geförderte Entwicklung (IX, 18) und wird von der Zeit an, da der Tochterspross stärker zu wachsen anfängt, von demselben genöthigt, sich mit seiner Spitze mehr und mehr nach der entgegengesetzten Seite bis zu schliesslicher fast querer Richtung zu wenden (V, 4, a; 7—9; IX, 16). Hat es endlich eine den hervorgetretenen Cotyledonartheil um das Mehrfache übertreffende Grösse erreicht, so bricht der schon im Samen eingeschachtelte Tochterspross, die Mündung der Tasche, in welcher er eingeschlossen ist, weit aufschlitzend, hervor, und zwar kann dies, dem früher Gesagten entsprechend, entweder nach links oder nach rechts geschehen.[1]) Wie schon von den seitherigen Beobachtern hervorgehoben wurde, verhält sich endlich der Tochterspross (IX, 19) einem gewöhnlichen Spross analog, indem er sich nach beiden Seiten verzweigt und nach unten seine Nebenwurzel aussendet; beizufügen ist aber, dass dies gesetzmässig in der Weise geschieht, dass der Tochterspross seine geförderte Hälfte auf der Seite zeigt und seinen geförderten Tochterspross nach der Seite hin entwickelt, welcher er seinerseits in Beziehung auf die *Plumula* entstammt,[2]) dass somit, wie aus dem Späteren noch näher hervorgehen wird, die Wendung der Blattstellung und die damit zusammenhängenden Verhältnisse für die ganze vegetative Nachkommenschaft eines Samens schon in der Anlage der *Plumula* ein für allemal vorausbestimmt sind.

Das spontane Aufsteigen der Keimpflanzen an den Wasserspiegel, wofern der Same auf dem Boden eines Gefässes gekeimt hat, erfolgt bei *L. minor* und *gibba* erst mit der vorschreitenden Entwicklung der *Plumula*, da das Gewebe des ausgetretenen Theiles des Cotyledo, auf dessen Rückenfläche sich bei *L. minor* bereits 7—8, bei *L. gibba* 35—40, bei *L. trisulca* keine Spaltöffnungen bilden, zwar locker und lufthaltig, aber nicht mit eigentlichen Lufthöhlen versehen ist, während die *Plumula* solche in Verbindung mit einer grösseren Anzahl von Spaltöffnungen entwickelt. Keimpflanzen in den allerersten Stadien sinken im Wasser zu Boden; später tritt eine Periode ein, in welcher sie denjenigen Ort im Wasser oder auf dessen Fläche, den man ihnen willkürlich gibt, unverändert beibehalten. Liegen dagegen Keimpflanzen mit bedeutend entwickelter *Plumula* noch auf dem Grund, so liegt die Ursache in äusserlich anhängenden Schlammtheilen u. dgl. und wird durch deren Entfernung das Aufsteigen ermöglicht.

Während das Ergrünen der zum Austritt bestimmten Keimtheile schon innerhalb der Samenhüllen beginnt, so entwickeln sich in dem eingeschlossen bleibenden Theil des Cotyledo keine Chlorophyllkörner; dieser zapfenförmige, an seinem Ende leicht keulenförmig verdickte

---

1) wie dies Wilson (a. a. O.) richtig angegeben hat. Hofmeister (Pringsh. Jahrb. a. a. O.) scheint blos Fälle der einen Art gesehen zu haben. Wenn man eine ansehnliche Anzahl Keimpflanzen der *L. minor* auf diesen Punct untersucht, so findet man in einer und derselben Aussaat beide Fälle etwa gleich zahlreich.

2) Eine bemerkenswerthe Ausnahme hiervon mit antidromer Verzweigung bot eine der beobachteten Keimpflanzen von *L. trisulca* (V, 8) dar. Die nähere Untersuchung des Tochtersprosses zeigte, dass sich die Verzweigung von hier an homodrom fortsetzte.

Theil (IX, 17) bildet ein Saugorgan; seine oberflächlichen Zellen wölben sich leicht papillös und kehren, sehr reine Zellstoffreaction gebend, namentlich gegen die Spitze hin zartwandige, nicht cuticularisirte Oberflächen nach Aussen; seine inneren Theile enthalten feinkörnige Stärke, welche späterhin an Menge abnimmt, sowie sie und die in dem Endosperm angehäuften stickstoffhaltigen Substanzen auch aus dem letzteren sich zuletzt ganz oder grösstentheils verlieren; die dicken Wandungen der Endospermzellen selbst werden zart und schlaff, indem ohne Zweifel auch ein Theil ihrer Substanz der Keimpflanze zu gut kommt. Das *Operculum*, welches der äussere nach seiner Aufschlitzung eine breite Duplicatur darstellende Theil des Keims (IX, 17) an der Spitze des unteren der zwei Lappen trägt, ist an seiner innern Fläche, wie schon erwähnt, mit einer ziemlich scharf und ohne Zerreissung von Zellen, wenn auch nicht genau circulär abgerissenen Schicht von Endospermzellen[1]) überzogen, in welcher das ein spitzes zelliges Wärzchen darstellende und als ein zweites kleineres Saugorgan dienende Würzelchen noch steckt, und aus welcher man ebenfalls die festen Einschlüsse verschwinden sieht, so dass offenbar auch dieser Theil des Endosperms nicht verloren geht. Das *Operculum* selbst spaltet sich mit beginnender Zersetzung durch Ablösung der strahlig-gestreckten, zartwandigen Zellschicht von den zwei innern in 2 Lamellen, welche im Centrum zusammenhängend bleiben und daselbst nur künstlich von einander getrennt werden können.

In der *Plumula* wandelt sich eine wegen der sehr asymmetrischen Entwicklung des Theils stark seitlich zu liegen kommende Längsreihe von Zellen in einen Strang zarter spindelförmig-prismatischer Elemente um, von dessen Basis nur auf der einen Seite, und zwar der geförderten und den Tochterspross aussendenden, ein zweites, gleichartiges, bogenförmig in dem Gewebe der *Plumula* verlaufendes Bündel ausgeht (V, 7—9; IX, 16. 18). Die andere Seitenhälfte bekommt kein solches Bündel und in jener entwickelt sich auch bei *L. gibba*, deren gewöhnliche vegetative Sprosse mehrnervig sind, nur ein einziges. Eine sehr zarte Ringzellenreihe, welche sich im hintersten Theil des primären Bündels nicht in allen, aber doch den kräftigeren Keimpflanzen entwickelt, erstreckt sich entweder in demselben nicht weiter, sondern biegt seitlich ab, um in den Tochterspross einzutreten, oder sie verläuft eine kurze Strecke weit darin fort und gibt wohl selbst einen Zweig in den Anfang des Seitenbündels ab. Der Tochterspross verhält sich auch in Beziehung auf Nervatur wie jeder folgende und überwächst seinerseits die *Plumula* an Grösse beträchtlich. Doch traf ich öfters bei *L. minor* die Seitennerven noch ohne Ringzellenreihen; ebenso bei *L. trisulca*, wo eine Ringzellenreihe in den von mir untersuchten Keimpflanzen der *Plumula* ganz fehlte.

Die Wurzel, welche an der *Plumula* bei Auseinandernahme der Theile anhängend bleibt und bei irgend vorsichtiger Präparation ihren Ursprung aus dem hintersten Ende der *Plumula* zeigt, lässt sich aus dem Canal, welchen sie im hypokotylen Internodium passirt, unverletzt herausziehen. Das blinde Ende der Tasche, aus welcher der Tochterspross hervortritt,

---

1) Als dies hat schon Weddell (a. a. O.) die »netzförmige Portion des *Scutellum*« Wilson's richtig erkannt, während seine Vermuthung, dass die innere der zwei andern Schichten der Rest der Hüllhaut des Knospenkerns sein möchte, nach dem Obigen den Sachverhalt nicht getroffen hat.

beschreibt eine zur Längsaxe der *Plumula* stark schiefe, nach rückwärts an der Ursprungsstelle der Wurzel ausmündende Linie (IX, 18); mit andern Worten: die *Plumula* beginnt nicht, wie die gewöhnlichen Sprosse, mit einem als Stengelglied anzusprechenden Stück, sondern unmittelbar mit einem Knoten, fordert daher zu ihrer Ergänzung ein vorausgehendes Stengelglied, welches in nichts Anderem, als dem oben als hypokotyle Axe bezeichneten Theil des Keimlings gefunden werden kann, und stellt somit selbst allerdings nichts als ein Stengelglied, und zwar, wie das zweite Stengelglied der gewöhnlichen Sprosse, ein solches mit beschränktem Längenwachsthum und gehemmter Vegetationsspitze dar; sie ist eben deshalb nicht gleichwerthig ihrem Tochterspross,[1]) und dessen Nachkommenschaft, da diese mehr als ein Stengelglied umfassen. Hierin in Verbindung mit der unvollständigen und kümmerlichen Nervatur und der durch bedeutende Atrophie der unfruchtbaren Seite bedingten starken Asymmetrie der Gestalt liegt, abgesehen von der blos einseitigen Verzweigung, der Unterschied von den späteren vegetativen Sprossungen, dagegen konnte ich eine zugespitztere Form an der *Plumula* nicht entdecken. Ausser dem Normalspross bildet die *Plumula* gewöhnlich, ganz in der Art der vegetativen Individuen, in ihrer Tasche einen über ihm aus dem Knotengewebe hervortretenden accessorischen Spross, von welchem ich übrigens nicht erfahren konnte, ob er jemals zur Weiterentwicklung gelangt.

Während der Cotyledo noch eine aus fast geradlinig-polygonalen Zellen bestehende Epidermis entwickelt, gestaltet sich diese schon auf der *Plumula* und noch entschiedener auf deren Tochterspross sinuös. Die zahlreichen Spaltöffnungen des Cotyledo und der *Plumula* zeigen zum Theil nicht die gewöhnliche regelmässige Richtung ihres Längsdurchmessers wie auf den gewöhnlichen Sprossen, sondern stellen sich öfters schief oder quer zum Längsdurchmesser des Theils; dabei sind sie (bei *L. minor* und *gibba*) zum Theil beträchtlich grösser als die sich später auf den gewöhnlichen Sprossen entwickelnden, bis 0,038, resp. 0,04^{mm} lang, überhaupt aber von sehr ungleichen Dimensionen; überdies liegen sie unter dem Niveau der umgebenden Epidermiszellen. Bei *L. gibba* sah ich wiederholt auf der *Plumula* ihrer zwei unmittelbar an einander grenzen. Das innere Gewebe der *Plumula* zeigt in einzelnen seiner Zellen bereits Ablagerung von Rhaphidenbüscheln, ebenso die Haube der zugehörigen Wurzel. Bei *L. trisulca* gleicht die *Plumula* noch der von *L. gibba* und *minor*; ihr Tochterspross dagegen hat schon eine der gewöhnlichen bei jener Art sich annähernde Form; in der nächsten Generation treten die der Pflanze eigenthümlichen spitzen Randzähne vollkommen entwickelt hervor (V, 7—9); ebenso stellt sich bei *L. gibba* die bauchige Gestalt der Sprosse erst allmählich in den aus der *Plumula* hervorgehenden Generationen her. Bei *L. minor* sah ich in günstigen Fällen schon auf dem der *Plumula* entstammenden Normalspross die charakteristische höckerförmige Vorragung hinter der Spitze hervortreten; häufiger jedoch fehlte sie demselben noch.

Während die Keimungsgeschichte von *Spirodela*, deren genaue Kenntniss sicher von hervorragendem Interesse sein würde, vollständig fehlt, liegt für *Wolffia* bis jetzt nur eine Anzahl

---

1) wie Hofmeister (Pringsh. Jahrb. a. a. O.) es darstellte.

mangelhafter und von spärlichen Notizen begleiteter Figuren Griffith's[1]) vor, aus welchen hervorgeht, dass auch bei dieser Gattung das *Operculum* von dem hervortretenden und sich stark verbreiternden *Micropyle*-Theil der Keimpflanze mitgenommen wird und an der untern Lippe der sich an diesem zeigenden Spalte (dem Wurzelende) hängen bleibt, während der im Samen zurückbleibende Theil des Keimlings, wie bei *Lemna*, einen schmäleren zapfenförmigen Anhang an dem hervorgetretenen bildet. Ferner scheint sich nicht blos die *Plumula* aus der Cotyledonarspalte in medianer Richtung hervorzuschieben, wie bei der ebengenannten Gattung, sondern auch die Basis der *Plumula* ihren Tochterspross in medianer Richtung zu entwickeln; es würde daher das Verhältniss der *Plumula* zu den übrigen Theilen des Keimlings sich wenigstens in der äusseren Erscheinung ganz so darstellen, wie die jedes späteren vegetativen Sprosses zu seinem Mutter- beziehungsweise Tochterspross, sofern bei *Wolffia* das Hervortreten der Sprosse aus der Basis des vorausgehenden stets in medianer und zugleich in derjenigen, in welcher der letztere aus seinem Vorgänger entsprungen ist, entgegengesetzter Richtung erfolgt.

Axenorgane.

Es darf vielleicht den Betrachtungen über die morphologischen Verhältnisse der vegetativen Theile der Lemnaceen die Bemerkung vorausgeschickt werden, dass ich dieselben bei *Wolffia* und *Lemna* mit A. de Jussieu,[2]) Schleiden,[3]) Weddell[4]) als vollkommen blattlose Axen betrachte, und dass namentlich, wie die folgenden Ausführungen hoffentlich darthun werden, auch den Wandungen der Taschen und Gruben, aus welchen die Tochtersprosse hervortreten, keineswegs die Bedeutung blattartiger Organe beigelegt werden kann; dass dagegen allerdings bei *Spirodela* an jeder Axe wahre Blätter auftreten, deren Anwesenheit neben mehrerem Andern diese Gattung von *Lemna* entschieden trennt und ihr in Verbindung mit den sonstigen Organisationsverhältnissen unzweifelhaft die höchste Stelle in der ganzen Gruppe sichert. Abgesehen hiervon wird sich, nicht zu gedenken der früheren Bezeichnung der Sprosse als Blätter[5]) die Auffassung derselben als Verschmelzungen von Axen und Blättern[6]) kaum

1) a. a. O. Es ist in der That kaum möglich, irgend bestimmte Schlüsse auf den näheren Sachverhalt aus dem hier Gegebenen zu ziehen, um so mehr, da auch auf die Analyse der *Plumula* kein Verlass ist, wie schon Gr.'s Meinung, dass sich gar keine Cotyledonarspalte finden dürfte, nahe legt. Der Betrachtung über die Bedeutung der Keimtheile scheint eine unrichtige Parallele zwischen dem schmäleren, eingeschlossen bleibenden Cotyledoantheil und dem bei *W. microscopica* offenbar vorhandenen Sprossstiel zu Grunde zu liegen.

2) a. a. O. p. 357. 3) Beitr. z. Bot. p. 231, Anm. 4) a. a. O. p. 168.

5) z. B. noch bei J. F. Hoffmann in seiner fleissigen und verdienstlichen Arbeit über *Lemna arrhiza*, Ann. d. sc. nat. 2. Sér. T. XIV, (p. 226 und sonst).

6) z. B. bei L. C. Richard a. a. O. p. 200; Schleiden in früherer Zeit (Linnaea XIII, 388), Kützing, Grundz. d. phil. Bot. II, 111. 116. 117. 119. 125. Um diese Stellen verständlich zu finden, muss man offenbar annehmen, dass K. von der freilich durch den Augenschein sich leicht widerlegenden Ansicht ausging, dass die Sprosse von *Lemna* sich blos nach einer der 2 Seiten hin verzweigen. Der Zweig wird offenbar als directe Fortsetzung der Axe und das Stück des Muttersprosses von der Abgangsstelle des Zweiges bis zur Spitze als Blatt angesehen. — Ob der Bezeichnung als *caulophyllum* bei Gasparrini (a. a. O. p. 119 ff.) eine ebenfalls hierher gehörige Vorstellung zu Grund liegt, geht nicht mit Sicherheit aus den dortigen Erörterungen hervor.

rechtfertigen lassen. Wollte man sich nach Analogien für das eigenthümliche Lageverhältniss zwischen Mutter- und Tochtersprossen bei den Lemnaceen umsehen, so dürfte, um die Beispiele nicht weiter abwärts im Pflanzenreich zu suchen, etwa an die bekannten Verhältnisse in der Aehre von *Psilurus*, der Inflorescenz von *Dorstenia*, wo die Seitenaxen aus Gruben der Mutteraxe entspringen, erinnert werden.

Bei aller äusserlichen Aehnlichkeit in der Erscheinungsweise der Sprosse der Wasserlinsen waltet in dieser Gruppe eine beträchtliche, die 3 Typen *Wolffia*, *Lemna* und *Spirodela* trennende Mannigfaltigkeit in der Entwicklung und den morphologischen Eigenthümlichkeiten der genannten Theile, eine Mannigfaltigkeit, welche eine gemeinschaftliche Betrachtung nicht wohl ausführbar macht, daher die 3 Gattungen in der angegebenen, ohne Zweifel ihrer Entwickelungsstufe entsprechenden Ordnung auf einander folgen mögen.

Wolffia.

Es ist seit Hoffmann und Schleiden allgemein bekannt, dass bei *Wolffia* jeder Spross nur eine median nach rückwärts gerichtete und den Durchtritt der Tochtersprosse gestattende Oeffnung besitzt, deren unterer Rand hart oberhalb der Stelle, an welcher jener mit seinem Muttersprosse zusammenhängt, liegt. Ferner weiss man aus den mehrfach citirten Arbeiten Schleiden's und Weddell's, dass bei *W. hyalina* und *brasiliensis*, falls die Pflänzchen zur Blüthe kommen, die letztere aus einer auf dem Rücken des Sprosses sich bildenden Grube entspringt. Beiderlei Verhältnisse kehren bei den übrigen Wolffien: *W. microscopica*,[1] *columbiana*,[2] *arrhiza*,[3] *repanda*[4] in derselben Weise wieder, nur dass bei *W. Welwitschii*,[5] der grössten Form der Gattung, der Rücken des Sprosses zwei symmetrisch links und rechts von der Mittellinie gelegene Gruben für die Blüthen zeigt.

Die folgenden, zunächst an frischen nicht blühenden Pflanzen von *W. arrhiza*, in Weingeist conservirten ebenfalls nicht blühenden von *W. columbiana* und *brasiliensis*[6] angestellten und durch getrocknetes Material der übrigen Arten (mit Ausnahme der, wie es scheint, heutzutage verschollenen *W. microscopica*) so weit als möglich ergänzten Untersuchungen haben mich vor Allem zu der Ueberzeugung geführt, dass das mediane Hervortreten der in Mehrzahl vorhandenen Tochtersprosse kein scheinbares ist, und dieselben nicht etwa abwechslungs-

---

1) Griffith a. a. O. p. 223. 2) Karsten a. a. O. p. 103.
3) Miquel, Fl. v. Nederl. Ind. p. 221.
4) Hegelm. in Seem. Journ. 1865, p. 113. 5) ebend. p. 114.
6) Da mir von den genannten Pflanzen *W. brasiliensis* nur von einem Fundort (durch die Güte G. Engelmann's), *W. columbiana* von 2 (durch denselben), *W. arrhiza* ebenfalls von deren 2 in für die Ermittlung des feineren Baues geeignetem Zustand zu Gebot standen, so bemerke ich ausdrücklich, dass da, wo in der Folge Structurunterschiede, namentlich zwischen den sich sehr ähnlichen *W. arrhiza* und *brasiliensis* angegeben werden, dieselben mit Sicherheit nur eben für die betreffenden Formen (*W. arrhiza* aus dem Leipziger botanischen Garten und aus der Normandie, *W. brasiliensis* aus dem Staat Michigan, *W. columbiana* ebendaher und aus Illinois) als gültig zu betrachten sein sollen.

weise nach rechts und links gekehrt sind,[1]) noch dass ein Fehlschlagen eines von zwei nach Art der *Lemna*-Arten seitlich entspringenden Tochtersprossen, welches sich bei den aufeinanderfolgenden Generationen in entgegengesetzter Richtung wiederholen würde,[2]) der Erscheinung zu Grunde liegt, sondern dass sowohl der primäre als die auf ihn folgenden accessorischen Sprosse eine schon ursprünglich und streng mediane Stellung haben und somit in der Achsel eines in der Mittellinie der Rückenfläche des Muttersprosses zu ergänzenden Blattes entsprungen zu denken sind.

Entwicklung des Sprosses der bauchigen Arten.

Der junge Spross der *W. arrhiza, brasiliensis, columbiana* entspringt, wie am bequemsten die Untersuchung der accessorischen Sprosse in vertical-medianen Längsdurchschnitten (I, 5. 6; II, 1. 9) zeigt, aus der als Knoten zu bezeichnenden Partie seines Muttersprosses in Form eines anfangs rundlichen, schnell sich zu eiförmiger Gestalt mit wenig verschmälerter Basis verlängernden Wärzchens (II, 13). Hat dieses eine sehr geringe Länge (bei *W. arrhiza* etwa von $0{,}05^{mm}$) erreicht, so lässt es auf der dem supponirten Tragblatt ab-, der Mutteraxe zugekehrten, künftig zum Sprossrücken sich gestaltenden Fläche, etwa in der Mitte der Höhe derselben, einen flachen, abgerundeten, so wenig als seine eigene Vegetationsspitze eine einzelne Scheitelzelle zeigenden Höcker (II, 13) die Anlage seines primären Tochtersprosses, hervortreten. Kaum hat dieser sich etwas zu erhöhen begonnen, so erhebt sich, zuerst an seinem obern Umfang, eine zunächst durch die Vorwölbung einiger Zellen, dann durch geneigte, in denselben auftretende Scheidewände bezeichnete Falte (*l s*), welche nach links und rechts auf seinen seitlichen Umfang übergreift und gleichzeitig unter Wiederholung der Theilungen in abwechselnd geneigten Richtungen in ihren Randzellen mit nachfolgenden der Fläche parallelen und die Schichtenzahl vermehrenden Scheidewandbildungen sich verlängert (II, 14). Die Falte bleibt während dessen dem Tochterspross, welcher einstweilen sein eigenes Längenwachsthum fortsetzt und an welchem in Kurzem dasselbe Spiel von Neuem beginnt, eng angeschmiegt und schliesst sich zuletzt, indem ihre beiden Enden in ihrem Fortschreiten nach der unteren Circumferenz des Tochtersprosses sich in deren Mitte begegnen, zu einer Kreisfalte. Der Tochterspross ist vom Beginn seines Ueberwachsenwerdens an in eine rückläufige Richtung gedrängt worden, und seine Längsaxe wird endlich der des Muttersprosses fast parallel, so dass er gleichsam auf den Rücken umgelegt wird, dass die Fläche, welche — die Pflanze in der ihr zum Schwimmen erforderlichen horizontalen Lage gedacht — bei normaler Wachsthumsrichtung zur Rückenfläche geworden wäre, vielmehr die dem Wasserspiegel zugekehrte Bauchfläche darstellt, und umgekehrt. Das Längenwachsthum in der Scheitelregion des Sprosses schreitet während der Entwicklung seines Zweiges und der Bildung der ihn auf die angegebene Weise um-

1) Hoffmann, a. a. O. p. 237. Die vortrefflichen Beobachtungen in dieser Arbeit werden durch die stark verzerrten und in ihrer Bedeutung nur bei genauerer Kenntniss und eigener Anschauung des Gegenstandes erkennbaren Figuren in ihrem Werth nicht alterirt.

2) Weddell a. a. O. p. 159.

wachsenden Tasche fort; der Sprossscheitel hat die Form eines Randes, welcher in einer mit der des verticalen Längsschnittes sich kreuzenden Ebene liegt und dem vordern Umfang der spätern Rückenfläche des Sprosses entspricht. Die Richtung der sich hier bildenden Scheidewände war ich, trotzdem dass das Theilungsgewebe etwas grosszelliger als das anderer Lemnaceen ist, nicht zu ermitteln im Stand; jedenfalls ist dieses apicale Randwachsthum schon sehr frühzeitig, längere Zeit vor der Vollendung des hinteren die Bildung der Tasche vermittelnden Randwachsthums, — bei *W. arrhiza* bei einer Sprosslänge von etwa $0{,}13^{mm}$ ($^1/_9$ der späteren Länge), bei *W. columbiana* noch etwas früher — abgeschlossen, und es beginnt jetzt eine Dehnung der Zellen, welche zunächst das unterhalb des Vegetationsrandes gelegene, zum Bauchtheil des Sprosses sich gestaltende Gewebe betrifft und in diesem nach rückwärts vorschreitet (I, 5. 8; II, 1. 9). Die Zellen der oberflächlichsten Schicht theilen sich hierbei noch zuvor durch einige senkrecht zur Oberfläche gestellte, im Uebrigen aber keine bestimmten Richtungen einhaltende Scheidewände, um eine aus kleineren Zellen als das unterliegende Parenchym bestehende Oberhaut zu bilden; daher auch in den Zellen der Oberfläche die grossen Kerne des Theilungsgewebes sich beträchtlich länger erhalten, als in den unterliegenden Schichten. Die ein bedeutendes Volumen erreichenden Zellen des Parenchyms runden sich zur Bildung eines lockeren, aber keine eigentlichen Lufthöhlen umschliessenden Gewebes ab. Der Sprossrücken, dessen Bildung in seiner hintern Partie wesentlich auf Rechnung des der Entstehung der oberen und seitlichen Taschenwandungen zu Grunde liegenden hinteren Randwachsthums kommt (I, 5. 8; II, 9. 14), verhält sich bei *W. brasiliensis* (II, 1. 2) und *arrhiza* (II, 9. 10), bei ersterer noch in höherem Grade als bei letzterer, insofern abweichend von der Bauchpartie, als der ebenfalls nach rückwärts vorschreitenden Dehnung nicht blos in der Epidermis, sondern auch in dem unterliegenden Gewebe eine intercalare Zellenvermehrung vorhergeht, welche zur Bildung eines im Gegensatz zum Bauchgewebe kleinzelligen Rückengewebes führt; auch in diesem ist aber die schliessliche Dehnung mit einer Abrundung der Elemente (III, 1) und einem stärkeren Auseinanderweichen derselben an denjenigen Puncten der Epidermis, wo sich Spaltöffnungen entwickeln, verbunden. Bei *W. columbiana* (I, 5. 6. 8) unterbleiben die vorgängigen intercalaren Theilungen oder bleiben doch auf Bildung einzelner da und dort auftretender Scheidewände beschränkt; dagegen wölbt sich die angelegte fast in demselben Grad, wie die des Bauchtheils, grosszellige Gewebspartie des Sprossrückens bei ihrer Dehnung sehr beträchtlich zu einer der des Bauches wenig nachgebenden Convexität, und während bei den zwei obengenannten Arten sich eine Kante zeigt, welche die schwach oder kaum gewölbte Rückenfläche von dem stark gewölbten Bauch abgrenzt, so rundet sich diese Kante bei *W. columbiana* fast bis zur Unkenntlichkeit ab.

Das Wachsthum der Taschenränder schliesst damit ab, dass an die Stelle der abwechselnd geneigten Wandungen eine zur Fläche senkrechte tritt, welche sich noch einmal oder, namentlich bei *W. arrhiza* (III, 2. 3) einigemal wiederholt, so dass der äusserste Rand in einer Breite von 3—4 Zellen einschichtig ausfällt (I, 5. 6. 7; II, 1. 9). Bei allen 3 besprochenen Arten ist der Eingang in die schief-trichterförmige Tasche genau kreisförmig, und die Zellen der Randpartie, welche noch im fertigen Zustand die Anordnung in Längsreihen (mit einzelnen

bisweilen dazwischentretenden senkrechten Längsscheidewänden) beibehalten (I, 10) und sich in der Richtung der Peripherie des Eingangs, denselben stark erweiternd, dehnen, bleiben in der Längsrichtung des Sprosses um so kürzer, je näher sie dem Rande selbst liegen.

In dem Bauchtheil des Sprosses schreitet die Zellendehnung bis zum hinteren Rand fort, und es bleibt nur eine kleine wenigzellige Partie theilungsfähigen Gewebes an der Ursprungsstelle des Tochtersprosses übrig, den Knoten darstellend und ein erstes oder hinteres von einem zweiten vorderen Sprossglied abgrenzend. Das erstere, von der Insertionsstelle des Sprosses an seinem Muttersprosse bis zu dem Knoten reichend, lässt zu keiner Zeit die Anlegung eines Prosenchymstranges erkennen, daher mit vollem Recht den Vegetationsorganen der *W. arrhiza* seit Schleiden Mangel der Gefässbündelbildung zugeschrieben wird; man kann wohl bei *W. arrhiza* und *brasiliensis* in der bezeichneten Richtung einen Zug von im Verhältniss zu ihrer Längserstreckung engeren Zellen wahrnehmen (z. B. III, 2), welcher den Beobachter auf den ersten Blick zu der Annahme einer Andeutung eines Prosenchymbündels verleiten könnte; allein abgesehen davon, dass schon bei *W. columbiana* dieses Verhältniss fehlt, ist sicher, dass sich die Dimensionen jener wenigen Zellen vollständig aus der vorzugsweise starken Längsdehnung in der betreffenden Gegend und aus der Zerrung, welche sie beim Austritt des ersten Tochtersprosses erfährt, erklären, und dass endlich Theilungen durch Längswände in einer Zellreihe jener Gegend, (in welcher allerdings, falls sich ein Strang entwickeln würde, derselbe liegen müsste) nicht erfolgen. Als Anlage des Sprossstiels, welcher auch in den Bereich des ersten Sprossgliedes fällt, bleibt bei dem Emportauchen des die Bildung des unteren Taschenumfanges einleitenden Gewebsfaltentheils (*l. i*, I, 5. 6. 8; II, 1. 9; III, 2) rückwärts von diesem eine Zellenlage liegen, in welcher nach Kurzem einige in basifugaler Richtung fortschreitende Quertheilungen eintreten, so dass der Stiel aus einer beschränkten Zahl (12—16) kurzer Längsreihen von Zellen besteht (III, 2), von welchen die vordersten, an den Körper des zugehörigen Sprosses grenzenden die jüngsten zu sein pflegen.

Der Knoten des Sprosses entwickelt gleich nach dem primären Achselspross (*f*, I, 8; II, 1) in aufsteigender (nach vorn fortschreitender) Richtung einen Beispross und diesem folgend einige weitere accessorische Sprosse (*f'*, *f''*, *f'''* I, 5—8; II, 1. 9), bei *W. arrhiza* und *brasiliensis* gewöhnlich 4, bei *W. columbiana* einen weniger, so dass jeder Spross aus seiner Tasche 4—5 genau hinter einander gestellte (I, 7; III, 6) Tochtersprosse entlässt, deren jeder die ganze Entwicklung von Neuem eröffnet. Es tritt hierbei, was *W. brasiliensis* und *arrhiza* anbelangt, zwischen dem primären Spross einerseits und jedem der accessorischen andererseits eine sehr auffallende temporäre Formverschiedenheit hervor (II, 1. 9); die letzteren, welche in der schon gebildeten Tasche, zwischen deren concaver Decke und dem durch die Entwicklung des Stiels sich vom Knoten entfernenden Körper des nächst älteren Schwestersprosses Raum genug für die angestrebte Entfaltung finden, lassen die oben erwähnte kantige Gestalt ungehindert hervortreten, während jener durch die von oben her eng an ihn sich andrückende obere Taschenwand, so lang diese noch im Längswachsthum begriffen ist (III, 2) abgeplattet und abgerundet wird. Bei *W. columbiana*, deren jugendliche Sprosse sich ohnehin an ihrem vorderen Ende abzurunden streben, findet sich eine derartige Differenz der Form nicht, und auch bei den

beiden andern Arten gleicht sie sich schnell aus, sobald der primäre Achselspross seine Spitze aus der ihn eng umfassenden Taschenmündung herausschiebt.

Dieser Durchtritt erfolgt nicht blos bei den seither besprochenen, sondern überhaupt bei allen Arten von *Wolffia*, im Unterschied von den übrigen Lemnaceen, ohne den Eintritt irgend welcher Zerreissungen am Muttersprosse; die Taschenmündung hat sich niemals so stark durch Randwachsthum verengert, dass nicht die blose Dehnung der Randpartie hinreichend Raum für den austretenden Spross schaffen könnte. Dagegen werden die convergirenden Ränder immerhin beträchtlich zurückgeschoben und namentlich der eine senkrechte Falte darstellende untere Taschenrand (*l i*, I, 5. 8; II, 1. 9; III, 2) in wagrechte Richtung umgestülpt (*l' i'*) unter beträchtlicher Zerrung der unterliegenden Gewebspartie. Der Zeitpunct, in welchem dies geschieht, trifft zusammen mit der Ablösung des Sprosskörpers von seinem Stiel, und die als Spur dieser Ablösung zurückbleibende Narbe am Körper (*c*, I, 4. 5. 6. 13; II. 1. 9; III. 4. 7) bekommt naturgemässer Weise ihre Lage unmittelbar unterhalb des jetzt wagrecht vorspringenden scharfen unteren Randes des Tascheneingangs.

Als wesentliche Ursache der Abtrennung des Sprosses von seinem Stiel muss bei Berücksichtigung der obwaltenden räumlichen Verhältnisse das geringe Längenwachsthum des Stieles einerseits, andererseits die starke Volumszunahme der hinteren Partie des Sprosskörpers und insbesondere des aus diesem hervorragenden Enkelsprosses (2 *f*, II. 1; 9), dessen Wachsthumsrichtung der des nachdrängenden nächsten Beisprosses entgegengesetzt ist, betrachtet werden; die Zerrung, welche die Folge dieser antagonistisch wirkenden Momente ist, muss zu einer Zusammenhangstrennung an der Stelle des geringsten Widerstandes führen. Dass dieser Punct gerade an der Insertionsstelle des Stieles liegt, erklärt sich aus einer Veränderung, welche man, nachdem die Anlegung des Stieles vollendet ist, an der Grenzfläche zwischen ihm und dem Sprosskörper eintreten sieht; die dem Sprosskörper angehörige Grenzschicht von Zellen hat im Gegensatz zur Umgebung nicht blos an der Dehnung keinen Antheil genommen, sondern ihre Wandungen, wenigstens die der Trennungsfläche selbst zugekehrten, sind auch durch eingetretene Verdickung und durch eine chemische Veränderung ihrer Substanz starr geworden; diese Veränderung gibt sich durch eine durch Chlorzinkjodlösung eintretende gelbbraune Färbung zu erkennen, welche in scharfem Gegensatz gegen die schön blaue Färbung des ganzen Epidermis- und Parenchymgewebes halb und ganz erwachsener Sprosse der Wolffien und auch des Gewebes des anhängenden Sprossstieles steht und nur nach vorausgegangener Anwendung von Aetzkali der gewöhnlichen blauen Färbung Platz macht. Nach erfolgter Dehiscenz, welche häufig genug auch durch zufällige äussere Eingriffe beschleunigt werden mag, macht die chemische schon zuvor eingeleitete Umsetzung noch weitere Fortschritte, während der seine Zellen nachträglich bedeutend in die Länge streckende Sprossstiel am Knoten des Muttersprosses hängen bleibt (*p*. I, 5. 6; II, 1. 9) und seine Zellstoffreaction beibehält.

Man trifft diese Sprossstiele am Boden der Tasche liegend in einfacher oder mehrfacher Anzahl bei allen Individuen, welche schon ihre Beisprosse entwickeln, und die Bedeutung jener Gebilde ist auf den ersten Blick so klar, dass die Mühe, welche sich Hoffmann[1]) gegeben hat,

1) a. a. O. p. 238. 239.

dieselbe nur wahrscheinlich zu machen und ihre Wurzelnatur zu widerlegen, schwer begreiflich erscheint.

Anatomische Verhältnisse.

In allen Theilen des Sprosskörpers findet sich um die Zeit, wo die Gewebsdehnung erfolgt, in den schon zuvor aus dem protoplasmatischen Inhalt der Zellen differenzirten Chlorophyllkörnchen Stärke in Form von feinen Körnchen ein, welche sich vergrössern und solche Sprosse, die unter normalen und günstigen Bedingungen vegetiren, auf der Höhe ihrer Lebensthätigkeit (d. h. etwa um die Zeit, wo der primäre Achselspross aus der Tasche hervorzutreten beginnt) bis zum Vollgepfropftsein erfüllen, später wird die Stärke zunächst aus dem Gewebe des Bauchtheils, endlich auch aus dem kleinzelligen des Rückentheils wieder fortgeführt und lässt dann nur noch die entleerten Hüllschichten der Chlorophyllkörner zurück. Das Auftreten von Stärke und ihr früheres oder späteres Wiederverschwinden ist sichtbar von der grösseren oder geringeren Gunst der äusseren Vegetationsbedingungen und vielleicht auch der Verschiedenheit der Jahreszeiten in einer Weise abhängig, die eine Zusammenfassung mehrfacher hierauf bezüglicher Beobachtungen unter einfachere Gesichtspuncte mir bis jetzt nicht gestattet.[1])

Die Entwicklung der Spaltöffnungen auf dem Rücken der Sprosse erfolgt zu einer Zeit, wo die Epidermis noch äusserst kleinzellig ist; eine Anzahl der durch Theilung in verschiedenen regellosen Richtungen gebildeten jugendlichen Oberhautzellen wird zu Mutterzellen der genannten Gebilde, ohne dass sich irgend welche fest bestimmte, vorläufig die Bildung einer Specialmutterzelle einleitende Theilungsrichtungen auffinden lassen würden, daher auch die Zahl der später das entwickelte *Stoma* umsäumenden Zellen eine wechselnde und das Lagerungsverhältniss zu den Grenzen jener Zellen ein sehr mannigfaltiges ist. Dagegen erfolgen sehr constant, nachdem die Mutterzellen sich durch gesteigertes Flächenwachsthum als solche auszuzeichnen begonnen haben, nachträgliche Theilungen der anstossenden Epidermiszellen[2]) durch der Contour der Spaltöffnung parallele, sehr häufig stark gekrümmte Scheidewände; und zwar erfolgen sie entweder in allen oder nur in einem Theil, gewöhnlich wenigstens der Mehrzahl der Zellen der anstossenden Oberhaut (I, 11; II, 11. 12). Aneinanderstossen zweier Spaltöffnungen habe ich bei den Wolffien nie gefunden, dagegen bei *W. arrhiza* einigemal in ihrer Ent-

---

1) Während *W. arrhiza* sowohl im wildwachsenden Zustand als im Zimmer cultivirt Stärke bildet, kommt es doch auch bei ihr zu gewissen Zeiten und an gewissen Orten vor, dass die Individuen in allen Entwickelungsstadien vollkommen stärkefrei bleiben, indem, wie es scheint, die Bildung plastischer Substanzen mit ihrem Verbrauch für das Wachsthum nur eben gleichen Schritt zu halten vermag und es daher zu keiner Aufspeicherung kommen kann. Ebenso hatte ich von *W. brasiliensis* Pflanzen zur Untersuchung, welche in allen Lebensaltern stärkefrei blieben, während auch diese Pflanze, so wie *W. columbiana*, sonst Stärke bildet; und wenn Weddell (Bullet. de la soc. bot. de Fr. I, 55) die *W. arrhiza* im Gegensatz gegen *W. brasiliensis* durch den Mangel der Stärke charakterisirt, so liegt dem ohne Zweifel auch die Untersuchung einer Form jener Beschaffenheit zu Grund.

2) analog den von Strasburger (Pringsh. Jahrb. V, 325 ff.) für *Aloë*, *Claytonia*, die Musaceen, Gramineen, Cyperaceen, Juncaceen, Alismaceen, Marantaceen beschriebenen Vorgängen, wofern man nämlich von der dort betonten strengeren Gesetzmässigkeit der ersten Anlegung der Spaltöffnung, von welcher übrigens nicht angegeben wird, ob sie für alle die genannten Pflanzen zutrifft, absieht.

wicklung gehemmte, durch eine einzige Zelle von der Gesammtform der beiden Schlusszellen zusammen repräsentirte Spaltöffnungen. Die Schlusszellen erreichen ihre definitive Grösse früher als die Zellen der Oberhaut und liegen zu jeder Zeit in deren Niveau (III, 1). Der Eingang in die durch Epidermis und Schlusszellen gedeckte kleine Athemhöhle wird noch durch eine schmale cuticulare Leiste verengert. Bei allen Wolffien behalten die Oberhautzellen, wie dies schon längst für *W. arrhiza*[1]) und *brasiliensis*[2]) bekannt ist, im Gegensatz gegen die übrigen Lemnaceen geradlinig-polygonale Contouren, abgesehen von den genannten bogenförmigen Wandungen im Umkreis der Spaltöffnungen.

Ausser bei den schon genannten Arten werden auch bei *W. hyalina, repanda, cylindracea, Welwitschii* (IV, 4. 14. 21), somit überhaupt bei allen eigentlichen Wolffien Spaltöffnungen getroffen. Allein die Zahl derselben ist bei *W. columbiana* und *Welwitschii* sehr beschränkt; bei ersterer finden sich ihrer 1 — 6[3]) in unregelmässiger Anordnung; bei *W. Welwitschii*, welche ich früher für spaltöffnungslos gehalten hatte,[4]) traf ich später auf den Seitenpartien der Rückenfläche sowohl blühender als unfruchtbarer Sprosse (bei jenen in der Gegend seitlich von den Blüthengruben) je 1—2, am häufigsten 2 Spaltöffnungen. Ueber die nähere Lebensweise dieser Pflanze ist nichts bekannt; für ein Schwimmen auf dem Wasserspiegel mit trockener Rückenfläche scheint die Anwesenheit so sparsamer *Stomata* bei verhältnissmässig beträchtlicher Grösse der Pflanze nicht als sicherer Beweis betrachtet werden zu dürfen, zumal nach Dem, was wir über das Vorkommen solcher Organe auf gesetzmässig untergetauchten Theilen von *Najas, Potamogeton*[5]) wissen. Was *W. columbiana* betrifft, so schwimmt sie fast ganz unter der Oberfläche des Wassers, so dass der kleinste Theil des stark convexen Rückens an die Luft kommen kann;[6]) die übrigen Arten sind entschiedene Luftpflanzen. Die absolute Grösse der Spaltöffnungsapparate, meist etwas beträchtlicher als bei den *Lemna*-Arten, hält sich bei den einzelnen Wolffien, wie es scheint, innerhalb gewisser, doch nicht ganz enger Grenzen, entsprechend der verschiedenen durchschnittlichen Grösse der Epidermiszellen. Die kleinsten Spaltöffnungen traf ich bei der mit kleinzelliger Epidermis versehenen *W. cylindracea* und bei *W. Welwitschii*; die grössten und überhaupt die grössten bei Lemnaceen vorkommenden besitzen manche kräftige Formen der *W. arrhiza*, bei welcher Art übrigens das Maass sehr wechselnd ist; die übrigen halten sich zwischen diesen beiden Extremen. Die Längsrichtung der Spaltöffnungen hält mehr oder weniger genau die Längsrichtung des Sprosses ein, wird jedoch bei Arten mit namhafter Flächenausdehnung (*W. hyalina, repanda*) in der Nähe des Sprossrandes in diesem parallele Bahnen abgelenkt; die unterliegenden Athemhöhlen fehlen auch den letzteren Arten nicht.

Eine ebenfalls nur der oberen Sprossfläche der bauchigen Wolffien (*W. arrhiza, cylindracea, brasiliensis, columbiana*) eigenthümliche Bildung sind papillöse Zellen (*p.* I, 9. 10.

---

1) Hoffmann, a. a. O. p. 235. 2) Weddell, a. a. O. p. 160.

3) Karsten charakterisirt diese Pflanze (a. a. O.) durch ein *Stoma*, wahrscheinlich mit Beziehung auf von ihm untersuchte blühende Exemplare, bei welchen die obere Fläche grösstentheils in der Bildung der Grube für die Blüthe aufgeht. Ich hatte nur unfruchtbare Pflanzen aus Nord- und Südamerika zur Untersuchung.

4) Seem. Journ. 1865, p. 114.

5) Weiss, in Pringsh. Jahrb. IV, 189. 6) G. Engelmann, brieflich.

12; II, 9. 11); einzelne Zellen der Epidermis bleiben hinter den übrigen in der Flächenausdehnung zurück; nur die äussere Wandung derselben wächst stärker und wölbt sich daher leicht hügelförmig nach Aussen, gleich als wollte sie bei weiterem Fortschreiten des Processes zur Bildung eines Haares Veranlassung geben. Die Zahl solcher Papillenzellen ist stets gering, ihre Vertheilung ohne feste Regel; bei *W. arrhiza* liegen gewöhnlich einige gegen den hintern Sprossrand hin; nicht selten sieht man bei dieser Art ihrer 2 aneinandergrenzen.

Ueber die ganze Sprossfläche, sowohl des Rückens (I, 17) als die des Bauchs zerstreut sind dagegen die bei *W. brasiliensis* zuerst von Weddell[1]) beschriebenen und bei *W. Welwitschii* (IV, 4) sich ebenfalls findenden Pigmentzellen; ausserdem sind wenigstens bei *W. brasiliensis* auch im Parenchym des Bauchtheils des Sprosses einzelne solche Zellen vorhanden (II, 1. 2). Man trifft im ausgebildeten Zustand diese Zellen statt jeglichen andern Inhalts mit einer schon im Leben[2]) braunen Materie erfüllt, welche in manchen derselben bei geringer Menge sich durch das Austrocknen zu einem Wandbeleg zusammenzieht, durch Kochen mit Kali blasser wird und bei Wiederholung oder längerer Fortsetzung dieses Verfahrens endlich spurlos verschwindet, beim Liegen in englischer Schwefelsäure sich kaum verändert, während Liegen in absolutem Alkohol und Aether bei den einen Exemplaren (afrikanischen der *W. Welwitschii*) ihn theilweise löste, bei andern (amerikanischen derselben Art und *W. brasiliensis*) dagegen nicht sichtlich alterirte: Reactionen, welche wohl zum Theil an die der harzartigen Körper erinnern, doch irgend ein Urtheil über die Natur oder gar die Bedeutung des Stoffes nicht zu ermöglichen scheinen. Die Pigmentzellen liegen genau im Niveau der Oberhaut, sind bei *W. brasiliensis* den andern Oberhautzellen an Grösse gleich, bei *W. Welwitschii* meist etwas kleiner; bei jener sieht man den braunen Inhalt zum Theil schon in sehr jugendlichen Sprossen, unter Verschwinden der die Nachbarzellen erfüllenden stärkehaltigen Chlorophyllkörner, bisweilen aber auch in älteren, etwa zu $^1/_3$ ihrer Durchmesser herangewachsenen hervortreten; nicht selten sieht man bei *W. brasiliensis* 2 Pigmentzellen an einander, gewöhnlich solche in der Epidermis der Rückenfläche an Spaltöffnungen grenzen, oft eine Spaltöffnung zwischen 2 Pigmentzellen eingekeilt. Bei *W. Welwitschii* zeigen sich stets schon frühzeitig in den sich zu dehnen beginnenden Partien des Sprosses einzelne Zellen der Epidermis mit einer anfangs gelblichen, stark lichtbrechenden, später braun und opak werdenden Materie gefüllt und von da an im Wachsthum etwas zurückbleibend. Die Löslichkeit des Pigments in Aetzkali nimmt mit dem Alter zu, und später sind auch die Wandungen der betreffenden Zellen von ihm durchdrungen. Die Zahl der Pigmentzellen und die Concentration des gefärbten Stoffs ist sehr wechselnd; ihr vollständiges Fehlen bei den übrigen Formen der Gattung macht die etwaige Vermuthung, dass der braune Inhalt die Stelle der in den Zellen keiner *Wolffia* vorhandenen kleesauren Kalkniederschläge physiologisch vertreten möchte, nicht sehr wahrscheinlich.

Die Epidermis der bauchigen Wolffien führt in ihren Zellen Chlorophyllkörnchen, in welchen sich Stärke bildet; die mit einer nur geringen Masse assimilirenden Parenchyms versehenen Pflänzchen, vor allen *W. columbiana*, bei welcher dieses Organisationsverhältniss

1) a. a. O. p. 160. 2) G. Engelmann, brieflich.

am ausgesprochensten ist und bei welcher ich auch die körnigen Einschlüsse am massenhaftesten antreffe, scheinen auf eine Theilnahme der Oberhaut an den Functionen jenes Gewebes angewiesen zu sein. Stets ist der Chlorophyll- und Stärkegehalt[1]) auffallend geringer in der Epidermis der Rückenfläche als in den vom Wasser umspülten Theilen derselben; in jener kann er sich beim Altern des Sprosses sehr vermindern, ohne jemals ganz zu verschwinden, in welchem Fall dann noch die Schlusszellen der Spaltöffnungen durch ungeschmälerte Beibehaltung der körnigen Einschlüsse sich vor der Umgebung auszeichnen.

Nach dem oben über die Sprossverzweigung Gesagten bedürfen die Ansichten, welche die in verschiedenen Richtungen geführten Durchschnitte der Pflänzchen, insbesondere der vertical-mediane Längsschnitt (I, 5. 6. 8; II, 1. 9) gewähren, keiner weiteren Erklärung. Die einander entstammenden Sprosse finden sich nebst den zugehörigen Beisprossen bis zur unter günstigen Umständen) vierten Generation ineinander geschachtelt, wobei die gegenseitigen Grössenverhältnisse natürlich in jedem einzelnen Fall, je nach den Stadien des Wachsthums, verschieden sind. Der Gegensatz zwischen Rücken- und Bauchgewebe, bei *W. columbiana* fast verschwindend, ist bei *W. brasiliensis* grösser als bei *W. arrhiza*; der Uebergang zwischen beiden Geweben ist nicht ganz unvermittelt, bei der ersteren Art oft etwas schroffer als bei der letzteren, so dass die Grenze zwischen beiden niemals ganz genau angegeben und nur im Allgemeinen angenommen werden kann, dass das Rückengewebe beiläufig ¼ der Höhe des Sprosses einnimmt. Die Rückenfläche ist bei *W. columbiana*, derjenigen Art, welche vermöge der Beschaffenheit ihres Gewebes unter allen Wolffien, somit überhaupt unter allen bekannten Blüthenpflanzen, entschieden die einfachste Organisation besitzt, beinahe, wenn auch nicht ganz, so stark gewölbt als die Bauchfläche, und zwar sowohl in der Richtung des Längs- als des Querdurchmessers, so dass der ganze Spross sich in seiner Form, wenn man von dem Fehlen eines Segmentes in Folge des senkrecht abgeschnittenen Tascheneinganges absieht, einem oben etwas abgeflachten Ellipsoid nähert (I, 2—4). Bei *W. brasiliensis* ist der Rücken in der Längsrichtung fast eben, in der Querrichtung sanft gewölbt, während *W. arrhiza* sich auch in dieser Beziehung mehr an *W. brasiliensis* als an *W. columbiana* anschliesst, doch mit einiger Annäherung an die letztere, sofern der Rücken in der Querrichtung stärker gewölbt ist und auch in der Längsrichtung einige Convexität zeigt. Noch beträchtlicher, beinahe der bei *W. columbiana* vergleichbar, scheint die Wölbung der Rückenfläche bei *W. cylindracea* zu sein.

Es kann nicht bezweifelt werden, dass die exquisit symmetrische[2]) Gestalt der Sprosse der bauchigen Wolffien in Verbindung mit dem zum Theil bedeutenden Dichtigkeitsunterschied zwischen Oben und Unten und der starken Wölbung der Bauchfläche es ist, was

---

1) Obwohl ich dieses Vorkommen gerade für die vorliegende Gattung nicht erwähnt finde, so gehört doch, wie bekannt, dasselbe nicht zu den Seltenheiten. Abgesehen von niedrig organisirten Pflanzen, wie *Anthoceros* (Hofmeister, vergl. Unters. p. 3) gehören hierher die von Sanio, bot. Ztg. 1864, p. 196 (*Ficaria, Staphylea pinnata, Listera ovata, Equisetum limosum*), Hildebrand, bot. Ztg. 1866, p. 245 (*Aneimia fraxinifolia*), Treviranus (Physiol. d. Gew. I, 460), Caspary, Pringsh. Jahrb. I, 384, bot. Ztg. 1859, 125 (eine ganze Reihe mono- und dicotyler Wasserpflanzen) aufgezählten, zum Theil als Mangel der Epidermis gedeuteten Fälle.

2) Schleiden, Grundz. (1861) p. 260.

auch ohne Beihülfe von Wurzeln, die diesen Pflanzen stets fehlen, ihre horizontal schwimmende Lage sichert; man kann sich bei *W. arrhiza* durch Versuche, den Pflänzchen gewaltsam irgend eine andere Lage im Wasser zu geben, leicht überzeugen, dass eine andere stabile Gleichgewichtslage, als die thatsächlich vorhandene, für sie nicht existirt, und selbst wo einige jener Momente sehr zurücktreten, wie bei *W. columbiana*, wird die Richtung und Lage der Tochtersprosse, deren Hauptmasse in den Rückentheil des ganzen Stockes fällt, eine solche Vertheilung der Substanz desselben zuwege bringen, dass mindestens ein Umgelegtwerden auf die Seite nicht zu befürchten steht, wogegen allerdings kaum abzusehen ist, warum nicht ein zufällig auf den Rücken gelegter Spross diese Lage bis auf Weiteres beibehalten sollte.[1])

Flachstengelige Arten.

Nach Dem, was sich rücksichtlich der Entwicklung der flachstengligen Wolffien (*W. repanda, hyalina, Welwitschii*) an getrocknet gewesenem Material[2]) beobachten lässt, stimmt die Zweigbildung im Wesentlichen mit dem Vorgang bei den bauchigen Formen überein; die Tasche, aus welcher der sich zurücklegende Tochterspross median entspringt, bildet sich gleichfalls dadurch, dass letzterer von seinem obern Umfang her überwachsen wird; dagegen entwickeln sich die Sprosse bei diesen Pflanzen nicht blos zu äusserlich andern Formen (IV, 1—3. 11—13. 19. 20), sondern auch zu einem differenten inneren Bau. Wie der ganze Spross, so nimmt der bei der Ansicht von der Fläche dreieckig mit nach vorn gerichtetem bei *W. Welwitschii* stumpfem, bei den 2 andern Arten spitzem Winkel erscheinende Taschentheil desselben niedergedrückte Form, der Eingang der Tasche die Gestalt einer Querspalte am hinteren Sprossrand an; doch wird auch bei diesen Pflanzen der Taschencingang von dieser Seite her nicht verengert und braucht daher durch die austretenden Tochtersprosse nicht geschlitzt zu werden. Durch das Uebergreifen des Wachsthumsprocesses auf den unteren Taschenrand zur Bildung einer niedrigen Querfalte und durch das Verhalten des nur kurz werdenden, bei der Trennung am Muttersprosse hängen bleibenden Sprossstiels schliesst sich *W. Welwitschii* an die bauchigen Wolffien an. Beides verhält sich anders bei den zwei andern Arten. Jene Querfalte auf der untern Taschenwand bildet sich nicht, dagegen greift der Zellenvermehrungsprocess nach rückwärts auf das hintere Ende des ursprünglichen jetzt die Unterlippe der Tasche bildenden Sprosskörpers über, um hier, unter steter Bildung von Querscheidewänden in basipetalem Fortschreiten — also anders als bei den bauchigen Wolffien — einen aus Längsreihen von Zellen bestehenden bandförmigen Sprossstiel zu erzeugen, dessen Dehnung in derselben Ordnung von vorn nach hinten erfolgt und der eine Länge erreicht, welche bei *W. hyalina* (11) auf fast das Doppelte, bei *W. repanda* (19. 20) fast auf das Sechsfache des

1) Bei der Unmöglichkeit, selbst unter der Lupe die Rückenfläche bei Individuen dieser Species ganz sicher von den andern Flächen zu unterscheiden, sind Beobachtungen über diesen Punct kaum ausführbar.

2) Man verschafft sich für die Verfolgung der bezüglichen Vorgänge in ihren gröberen Zügen schöne und instructive Präparate durch Erwärmen der Pflanzen mit Aetzkali, welches die Formen zur Genüge wiederherstellt, und Färbung mit Chlorzinkjodlösung nach erfolgtem Auswaschen mit Wasser.

Sprosskörpers steigen kann. Dieser Stiel, welcher bei der schliesslichen Trennung nicht mit dem Mutter- sondern mit dem zu ihm gehörenden Spross in Verbindung bleibt, bildet daher die directe Fortsetzung der Unterlippe der Tasche[1]) und hängt bei seiner Dünnheit wurzelartig herab; er bewerkstelligt seine Verlängerung bei *W. hyalina* schon vor, bei *W. repanda* erst nach der Trennung der Sprosse; er besteht aus grossen, zartwandigen, in der Längsrichtung beträchtlich gestreckten, anfangs stärkehaltigen, später inhaltsleeren Zellen. Ueber seinen näheren Bau konnte ich bei *W. repanda* nicht ins Klare kommen, doch war ich nicht im Stande, einen Mittelstrang in ihm nachzuweisen; dagegen ist bei *W. hyalina* sehr leicht zu sehen, dass er, in den beiden seitlichen Randpartieen nur aus 2 Zelllagen, gleichsam 2 Epidermisplatten bestehend, in der Mitte mindestens um eine Schicht dicker ist, indem hier ein Strang noch längerer und schmälerer Zellen (*a*, IV, 11) zwischen jene sich einschiebt, welcher sich auch noch weiter nach vorn durch die Mittellinie des Bodens der Tasche bis zum Knoten verfolgen lässt, ein Verhältniss, welches trotz der fehlenden Entwickelungsgeschichte unbedenklich als die erste Andeutung des Auftretens eines Fibralstranges in der Axe dieser Wolffien zu betrachten sein dürfte. Ein ähnlicher Strang verläuft bei *W. Welwitschii* (IV, 5, *a*) in der Mittellinie der Unterlippe nach vorwärts, um hier im Knoten zu endigen.

In Beziehung auf die Reihenfolge der Ausbildung der verschiedenen Theile des Sprosses, die Fortdauer der Zellenvermehrung als intercalarer im hinteren Theil des Sprosskörpers während sie im vorderen schon erloschen ist, und die ebenfalls von vorn nach rückwärts fortschreitende Dehnung stimmen die flachstengligen Wolffien mit den bauchigen überein. Dagegen entwickelt der ganzrandige, dünne, aber eine beträchtliche Flächenentwicklung erlangende Spross der *W. Welwitschii* in seiner dicksten nach vorn an die Tasche (deren Gewebe compact ist) angrenzenden Partie eine Schicht ächter durch einschichtige Scheidewände getrennter Lufthöhlen und erfährt ein von der Mittellinie gegen die Ränder hin successiv gesteigertes Flächenwachsthum, welches zu der Entstehung auffallender, quer, schief und am vordern Ende selbst fast longitudinal verlaufender, gegen die Mitte hin sich ausgleichender Falten führt. Die jüngsten zu beobachtenden Zustände des Sprosses dieser Pflanze stellen sich dar unter der Form einer kleinen, fast genau kreisrunden Scheibe, an deren Basis die obere Taschenwand eben in der Bildung begriffen ist, und welche später eine abgerundet-keilförmige und endlich durch Ausbildung des hinteren Sprosstheils eine ovale Gestalt mit abgestutztem hinterem Ende annimmt. Die Sprosse von *W. hyalina* und *repanda* zeigen ebenfalls in jugendlichen Zuständen, während und in der ersten Zeit nach Bildung der Tasche, verkehrt keilförmige Gestalt; später entwickeln sich in ihnen — bei *W. hyalina* bei einer Sprosslänge von 0,45 Mm. — Lufthöhlen, welche namentlich bei dieser Art dem grössten Theil des Sprosses, doch stets mit Freibleiben der Taschenwandungen, einen cavernösen Bau verleihen, in der Umgebung der Blüthengrube, dem dicksten Theil des Sprosses, die beträchtlichste Höhe haben und nach den Sprossoberflächen hin nur durch die Epidermis und subepidermidale Schicht bedeckt sind. Die Spross-

---

1) „labium inferius rimae basilaris productum, appensum, hyalinum" beschreibt Schleiden (Linnaea XIII, 390) eben so richtig als bündig die *W. hyalina*.

ränder der *W. hyalina* bleiben dabei abgerundet oder zeigen nur leichte Ecken, während bei *W. repanda* einzelne Partieen der Ränder sich in Gestalt kurzer, breiter, denen der *Lemna trisulca* ähnlicher, doch weniger weit vorspringender Zähne ausziehen und der ganze Rand eine ausgeschweift-gezackte Form erhält. Accessorische Sprossung kommt bei den 3 geschilderten flachstengeligen Wolffien stets vor, doch war ich bei ihnen nicht im Stande, die Entwicklung von mehr als einem Beispross zu constatiren, welcher, wie bei den früher erwähnten Arten, stets über dem primären hervortritt.

Ueberwinterungssprosse.

Wie seit Hoffmann[1]) bekannt ist, erfolgt die Ueberwinterung der *W. arrhiza* im gemässigten Europa durch Sprosse, welche im Herbst auf den Grund des Wassers sinken und zu Anfang des folgenden Sommers wieder an die Oberfläche emporsteigen, um ihre stillgestandene Entwicklung wieder aufzunehmen. Wie sich diese Pflanze in dieser Hinsicht unter geringeren Breiten verhält und ob — was wenigstens für die nordamerikanischen Formen nicht unwahrscheinlich sein wird, aber schwerlich für alle gelten dürfte — andere Arten an diesem Alterniren von zur Ueberwinterung und zur Vermehrung während der Vegetationsperiode bestimmten Generationen von Individuen Antheil nehmen, darüber ist zur Zeit nichts bekannt; sicher aber ist, — und darin stimmen meine Beobachtungen mit denen Hoffmann's überein —, dass die Production von Wintersprossen auch bei der Zimmercultur der *W. arrhiza* eintritt; nur hatten meine einige Winter hindurch im täglich erwärmten Zimmer fortgesetzten Beobachtungen das Ergebniss, dass nicht alle im Herbst erzeugten Individuen eine eigentliche Ruheperiode antraten, sondern eine Minderzahl, sich noch sehr langsam durch Sprossung fortpflanzend, auf dem Wasserspiegel schwimmend blieb und nicht einmal gewaltsam sich auf den Grund versenken liess, während allerdings die grosse Mehrzahl spontan zu Boden sank. Die Untersuchung dieser von Hoffmann als gelbliche, abgerundet-3kantige Körnchen beschriebenen Wintersprosse (III, 7) ergibt sofort eine schön grüne, wenig hellere Farbe als die, welche die Sommerpflänzchen auszeichnet und in ihrer Form, abgesehen von einem untergeordneten gleich zu erwähnenden Punct keinerlei Abweichung von diesen. Das beträchtliche specifische Gewicht, welches ihr Niedersinken bedingt, verdanken sie einer während der Vegetationsperiode erfolgten Vollpfropfung ihres ganzen Gewebes, die Oberhaut eingeschlossen, mit zusammengesetzten, bis zu 0,029 im längern Durchmesser haltenden und nur eine ganz dünne Hülle von grünem Protoplasma besitzenden Stärkekörnchen, welche um das Vielfache grösser und zahlreicher sind als in erwachsenen Sommerpflanzen. Ausserdem zeigt die anatomische Untersuchung der auch im innern Bau sonst nichts Ungewöhnliches darbietenden Sprosse, dass dieselben sämmtlich ihren ersten Tochterspross zu entwickeln begonnen haben, aber nur so weit, dass derselbe eben aus der Tasche mit einem verhältnissmässig kleinen kreisförmigen Stück seiner Oberfläche hervorsieht, wobei die vollständig angelegten, aber in ihrer Dehnung

1) a. a. O. p. 231 ff.

etwas gehemmten Taschenränder sich dicht rings um denselben anlegen, so dass der Tochterspross gleich einem von innen her hineingetriebenen Stöpsel den Eingang hermetisch verschliesst, und das ganze Pflänzchen, dessen Spaltöffnungen überdies in diesem Zustand regelmässig geschlossen getroffen werden, so vollständig als es nur seine Organisation zulässt von der Aussenwelt abgesperrt erscheint. Das erwähnte Verhalten bedingt eine eigenthümliche Abrundung der hinteren Peripherie des Ueberwinterungssprosses, während die an dem vordern Ende durch das Aneinanderstossen der Rücken- und Bauchfläche entstehende Kante ihre gewöhnliche Schärfe beibehält. Nach dem Gesagten kann sich ein Spross, der in seiner Entwicklung schon weiter vorgeschritten ist oder gar seinen primären Achselspross schon abgegeben hat, nicht mehr zum Wintersprоss gestalten; dagegen wird regelmässig in dem Wintersprоss schon der erste Beispross in entsprechender Entwicklung zum Nachrücken bereit gefunden, und es bedarf beim Erwachen der Vegetation nur der Ausdehnung der Taschenränder, um dem weiterwachsenden Tochterspross das Austreten zu gestatten. Die nichtuntersinkenden Individuen sind theils solche, welche ihrem Entwicklungszustand nach nicht mehr geeignet sind, Wintersprosse zu werden, theils, wie es scheint, minder kräftig vegetirende; man findet nämlich unter den oben schwimmenden solche, welche die eigenthümliche Umbildung erfahren haben, aber die auch bei ihnen gegenüber dem sommerlichen Zustand gesteigerte Aufspeicherung von Stärke nicht auf das gleiche Maass wie die untergesunkenen zu bringen im Stande gewesen sind. Dass es ein nur unbedeutendes Mehr von specifischem Gewicht ist, welches das Untersinken bedingt, erhellt aus der schon von Hoffmann gemachten und leicht zu wiederholenden Erfahrung, dass schon leichte Erwärmung des Wassers in einem Gefäss, welches untergesunkene Wintersprosse enthält, das Aufsteigen eines Theils derselben, ohne Zweifel in Folge der Expansion der in den Intercellularräumen sichtbar enthaltenen Luft, zur Folge hat; mitunter, aber durchaus nicht immer scheint dieselbe den Widerstand der geschlossenen Spaltöffnungen zu überwinden und in Form von Bläschen, welche ebenfalls den Spross in die Höhe heben, an dessen Oberfläche haften zu bleiben. Auf solche Weise künstlich emporgeförderte Individuen können sich dann auf der Oberfläche halten und bei entsprechender Jahreszeit ihre Weiterentwicklung beginnen. Im Freien erscheint die Pflanze nach Mettenius[1]) im April oder Mai, nach Hoffmann im Mai oder Juni, und es sind hier ohne Zweifel neben dem directen Einfluss der Wärme und dem den Beginn der Weiterentwicklung begleitenden Leichterwerden der Pflänzchen äussere von der übrigen Bevölkerung der Gewässer herbeigeführte Anlässe, die als unmittelbarer Anstoss zu ihrem Emporgeführtwerden eine Rolle spielen. Man sieht sie, wie ebenfalls schon Hoffmann angibt, in ruhig stehenden Behältern bis tief in den Sommer hinein auf dem Grund liegen bleiben, während Erschütterung und Aufrühren des den Boden bedeckenden Sandes im Frühjahr das Aufsteigen zahlreicher daselbst überwinterter Pflänzchen zur Folge hat. Die vegetative Vermehrung während der Sommermonate erfolgt unter günstigen Verhältnissen sehr rasch;[2]) doch erscheint die von Hoffmann angestellte Zahlenberechnung[3]) schon des-

1) brieflich. 2) In einen Teich des Leipziger botanischen Gartens wahrscheinlich zwischen 1842—45 eingeschleppt hatte sie sich bis zu gegenwärtigem Jahrzehnt zu einer die der einheimischen Verwandten weit übersteigenden Masse vermehrt (Mettenius), soll übrigens in den letzten Jahren wieder sparsamer geworden sein (Frank).

3) a. a. O. p. 233.

halb beträchtlich übertrieben, weil sie von der offenbar unrichtigen Voraussetzung ausgeht, dass ein Muttersprosse fort und fort Achselsprosse in unbestimmter Anzahl bilden könne, während im Zimmer und wahrscheinlich auch im Freien nicht einmal die nachweislich angelegten Beisprosse stets alle zu einer selbstständigen Existenz gelangen.

Blühende Sprosse.

Da die vegetative Verzweigung der Wolffien, wenn diese zur Blüthe gelangen, — anders als bei den *Lemna*-Arten, — keinerlei Modification erleidet, so muss die Entwicklung der Blüthen auf dem Auftreten gewisser andernfalls unterbleibender Sprossungen beruhen, deren Anwesenheit ihrerseits auf die Wachsthumsvorgänge im Muttersprosse beeinflussend zurückwirkt. Nichts beweist besser als dieses Verhalten, dass die Taschen- und Grubenbildungen nichts Anderes sind, als der Anwesenheit von Tochtersprossen angepasste und entsprechend modificirte Entwicklungsweisen der mütterlichen Sprosskörper. Untersucht man blühendes Material von Wolffien, so sieht man blühende und nicht blühende Individuen ohne ersichtliche Regel einander entstammen (z. B. accessorische Sprosse können eben so gut Blüthen entwickeln als primäre Achselsprosse); doch so, dass, so weit meine eigenen Erfahrungen reichen, die Pflänzchen stets gesellig blühen, oder aber, wie z. B. bekanntlich *W. arrhiza* in Europa, alle steril bleiben, so dass also die Entwicklung der Blüthensprosse an bestimmte locale oder zeitliche Bedingungen geknüpft sein muss. Es kann kein Zweifel sein, dass die Anlegung dieser Sprosse, wie die der vegetativen, in die allerersten Lebensstadien des Pflänzchens fällt; bei der flachstengeligen *W. hyalina*, wo die Sache sich am ehesten untersuchen liess, habe ich mich wiederholt bestimmt überzeugt, dass schon die jüngsten der Präparation zugänglichen Anlagen der Geschlechtsorgane bei Sprossen von 0,17—0,18 Mm. Länge auf dem Rücken derselben (nicht etwa an einem Seitenrand) aufgetreten waren (IV, 12), umgeben von einem Wall von Sprossgewebe, welcher bald darauf sich zu einer ovalen Tasche mit enger, bald longitudinal, bald, vielleicht nur durch Verzerrung des Präparats, schief verlaufender enger spaltenförmiger Mündung zusammenschloss[1]) (IV, 13), so dass der Schluss gestattet ist, dass die aus der Rückenfläche entspringenden Blüthen während ihrer Entfaltung von dem inzwischen sein Dickenwachsthum fortsetzenden und gleichzeitig nach rückwärts die Tasche für den vegetativen Tochtersprosse bildenden Stengelgewebe überwachsen und in einer ähnlichen Weise wie der vegetative Spross, oder auch z. B. wie die Geschlechtsorgane der Riccien, in eine Aushöhlung der sie tragenden Axe zu liegen kommen. Die innere Oberfläche dieser Aushöhlung ist stets glatt und zeigt in

---

1) Dass eine solche Mündung von Anfang an existiren muss, wurde schon von Weddell (a. a. O. p. 160) richtig vermuthet, allein *W. brasiliensis* ist für deren Auffindung ein ungünstiges Object, und ich konnte so wenig als dieser Autor bei der genannten Art (und bei *W. arrhiza*) ihr früheres Vorhandensein constatiren. Die von Weddell (a. a. O. p. 160. 161) ausgesprochenen Ideen über die Axenverhältnisse von *W. brasiliensis*, die mir übrigens nicht vollständig klar geworden sind, würde dieser gewissenhafte Beobachter, falls er Gelegenheit zur Untersuchung anderer Formen gehabt hätte, gewiss selbst modificirt haben.

senkrechte Reihen geordnete Zellen; ihr immer ovaler Umfang ist durch ihre dünne und gegen die Spaltenränder hin, wie es scheint, 2- und endlich 1schichtig werdende Decke hindurch leicht wahrnehmbar (II, 3; III, 8; IV, 6. 13); die Epidermis setzt sich auf diese Decke von der Umgebung her einfach fort, besitzt aber in ihrem Bereich keine Spaltöffnungen mehr, während letztere bis hart an die Grubenränder hin vorkommen; der Eingang hat in späteren Stadien bald ovale, bald mehr länglich-spaltenartige Form und ursprünglich scharfe Ränder, die jedoch durch das Hervortreten der Blüthenorgane früher oder später zerfetzt und endlich bei erfolgender Fruchtentwickelung vollends zerstört werden.

Blattstellung und Sprossfolge.

Was die Lage der Gruben und somit die Stellung des Blüthensprosses betrifft, so ist zunächst klar, dass, da jene eine gewisse Strecke nach vorn von der Ursprungsstelle des vegetativen Sprosses sich finden, die beiderlei Sprosse nicht demselben Stengelknoten angehören können. Ferner scheint zwar bei den kleinen bauchigen Arten, bei welchen ein so grosser Theil des Sprosskörpers in der Grubenbildung aufgeht, die Stellung des Blüthensprosses entschieden median; allein die Anwesenheit zweier Gruben und Blüthensprosse bei *W. Welwitschii* (IV, 3. 5), bei welcher jene relativ kleiner ausfallen und dadurch überreichlich Raum auf dem ausgedehnten Sprossrücken finden, muss darauf hinweisen, dass jene mediane Stellung nur durch die räumlichen Missverhältnisse und durch nachträgliche Wachsthumsvorgänge bedingt und daher nur scheinbar sein dürfte, eine Vermuthung, welche durch die Vergleichung der mittelgrossen *W. hyalina* (IV, 11—13) nebst *W. repanda* (IV, 19. 20) die stärkste Stütze erhält. Bei diesen Arten, bei welchen die Raumverhältnisse derart sind, dass bei jener zwei Blüthensprosse mit ihren Gruben noch ziemlich bequem, bei dieser nothdürftig Platz finden würden, sieht man gleichwohl immer nur einen einzigen, aber nicht in der Mittellinie, sondern in der einen Seitenhälfte sich entwickeln; die seitliche Lage, noch im fertigen Zustand ganz unverkennbar, ist in jugendlichen Stadien noch ausgesprochener, und man darf es als ausgemacht betrachten, dass der eine Blüthenspross dieser Arten (und daher wohl auch der kleinen bauchigen Wolffien) als Achselspross des einen Blattes eines als solcher nicht entwickelten Blattwirtels anzusehen ist. Dieser Blattwirtel kann der Stellung der Blüthensprosse bei *W. Welwitschii* nach nicht nach ½ angeordnet sein, dagegen dürfte die Annahme eines dreigliedrigen Wirtels, das dritte, durch keinen Achselzweig angedeutete Blatt in der Mediane der Bauchfläche gedacht, den gegebenen Verhältnissen ganz gut entsprechen.

Es ist oben gezeigt worden, dass der eine vegetative Tochterspross der Rückenfläche des Muttersprosses, also derselben, welche auch die Blüthensprosse trägt, entstammt; ferner, dass diese Fläche, ursprünglich dem Muttersprosse nächst höherer Ordnung zu- und der Lage des Tragblattes abgekehrt, erst durch die Zurücklegung des jungen Sprosses zur Rückenfläche wird. Die Verhältnisse der Blattstellung und Sprossfolge der Wolffien gestalten sich nach diesen Prämissen, wie eine einfache Betrachtung zeigt, so, dass jeder Spross mit einem dem

Tragblatt gegenüberstehenden Blatt (Vorblatt) beginnt und hierauf zur Bildung eines 3gliedrigen Wirtels übergeht. In diesem Wirtel würden, bei Annahme der gewöhnlichen Prosenthese $^1/_2$, die zwei auf der Rückenfläche stehenden Blätter das erste und dritte, das auf der Bauchfläche dem Tragblatt superponirte das zweite sein. Wir werden sehen, dass auch bei *Lemna* die Entwicklungsvorgänge eine gleiche Construction fordern, und auf diesem Weg, nicht auf andern, die im Widerspruch mit den thatsächlichen Verhältnissen einzuschlagen versucht worden sind, lässt sich die Uebereinstimmung beider Gattungen herstellen. Der Unterschied, welcher immer noch beträchtlich genug ist, beruht wesentlich darauf, dass bei *Wolffia* das Vorblatt einen regelmässig zur Entwicklung gelangenden stets vegetativen Achselspross trägt, dagegen, wenn sich Achselsprosse in einer oder zwei Blattachseln des Wirtels entwickeln, sie stets zu Blüthensprossen werden, während bei *Lemna* das Vorblatt unfruchtbar ist, dagegen regelmässig zwei Wirbelblätter fruchtbar sind und entweder beide vegetative Sprosse, oder das eine einen solchen, das andere einen Blüthenspross in ihrer Achsel tragen.

Wenn bei W. *hyalina* und *repanda* ein Mutter- und sein Tochterspross beide zur Blüthe gelangen (IV, 11. 19. 20), so liegt dieselbe stets bei beiden in der gleichen (rechten oder linken) Seitenhälfte. Unter der gewiss gerechtfertigten Voraussetzung, dass es stets der Achselspross des ersten Wirtelblattes ist, der, wenn überhaupt einer, sich entwickelt, würde dieses Verhalten eine gesetzmässig homodrome Fortsetzung der Blattspirale auf den Zweig beweisen, wie dieselbe auch bei den andern Lemnaceengattungen durchaus Regel ist.

Von einem Fibralstrang konnte ich auch bei denjenigen Wolffien, bei welchen das erste am Knoten endigende Sprossglied die Spur eines solchen zeigt, in dem zweiten bis zur Ursprungsstelle der Blüthen reichenden kurzen Sprossglied nie etwas entdecken.

Falls etwa die Blüthe bei den bauchigen Wolffien doch median auf dem Rücken des Sprosses entspringen, also die Analogie der andern Arten auf sie nicht anzuwenden sein sollte, so würde entweder eine nach $^1/_2$ sich fortsetzende Blattspirale, oder, was noch weniger von dem Vorgang der flachstengeligen Arten sich entfernen würde, die Annahme eines ohne Prosenthese vom Vorblatt aus sich einsetzenden 3gliedrigen Wirtels, wobei erst das dritte Blatt desselben fruchtbar wäre und das erste und zweite links und rechts auf die Bauchfläche zu liegen kämen, zur Erklärung der thatsächlichen Verhältnisse dienen können; doch scheinen beide Hypothesen, die freilich erst durch die Entwicklungsgeschichte blühender Sprosse einer jener Arten widerlegbar sind, an sich wenig Bestechendes zu haben.

Wolffiellen.

Es ist hier endlich der Ort, einiger sehr eigenthümlicher ohne Zweifel zu den Lemnaceen gehöriger, aber bis jetzt mir nur im sterilen Zustand bekannt gewordener Pflänzchen zu gedenken, welche ich ihrer unläugbaren Analogie mit *Wolffia* halber, trotz einer auffallenden Differenz in der Verzweigungsweise, einstweilen dieser Gattung zuzählen möchte, und von denen

eine, Südamerika angehörig, von Philippi[1]) entdeckt und *Lemna oblonga* genannt wurde, eine zweite, welche ich unter von Krauss auf dem Cap gesammelter *Lemna minor* auffand, *Wolffia denticulata* heissen mag, zwei weitere endlich (*Wolffia gladiata* und *lingulata*) erst neuestens in Mexiko von L. Hahn gesammelt worden sind. Der bandförmig plattgedrückte bei *W. oblonga* und *lingulata* kürzer zungenförmige und ganzrandige (III, 13—15; IV, 31. 32), bei den zwei andern viel länger lineale (III, 16—18. 24) und dabei bei *W. denticulata* vorn etwas gezähnte (III, 21. 23) Spross entsendet aus einer basalen, bei Betrachtung von der Fläche spitzwinklig dreieckigen Tasche nach rückwärts einen Tochterspross wie bei den Wolffien. Die Epidermis besteht, wie bei dieser Gattung, aus geradlinig-polygonalen oder nur leicht wellig contourirten Zellen (III, 15. 23), zwischen welche bei *W. denticulata* nur sehr sparsame und vereinzelte kleinere, braune, vollständig denen einiger Wolffien (namentlich auch in den Löslichkeitsverhältnissen des Inhalts) analoge Pigmentzellen namentlich gegen das hintere Ende hin eingesprengt sind, während bei den drei übrigen sich dieselben in sehr grosser Anzahl über die ganze Ausdehnung beider Sprossflächen verbreitet finden (III, 13, *e*. 24, *b*; IV, 31). Spaltöffnungen fehlen vollständig; dagegen sind die Sprosse bei *W. oblonga* und *denticulata* in ihrer ganzen Ausdehnung bis hart an die Spitze, mit alleiniger Ausnahme des hintersten die Taschenwandungen bildenden Theiles, bei *W. gladiata* und *lingulata* auch mit Ausnahme des vorderen Theils in nach den Arten verschiedener Ausdehnung, mit einer Lage von Lufthöhlen mit einschichtigen Zwischenwandungen, wie *W. hyalina, repanda, Welwitschii*. durchsetzt (III, 13, *d*. 14. 18. 19. 21. 24, *a;* IV, 32). Das Parenchymgewebe ist im erwachsenen Spross voll stärkebildenden Chlorophylls und ohne Krystallzellen. Die genauere Untersuchung aller dieser Formen zeigt nun, dass die auf den ersten Blick vollständige Analogie mit einer flachstengeligen *Wolffia* in verschiedener Beziehung Einschränkungen erleidet. Vor Allem liegt, wenn der Spross auf einer seiner flachen Seiten liegt, die Stelle seiner ehemaligen Anheftung am Muttersprosse nicht, wie zu erwarten wäre, an dem hinteren Ende der einen breiten Wand der Tasche (in der Mitte des hinteren Randes ihres Bodens), sondern an dem hinteren Ende des einen Seitenrandes derselben (III, 14. 19. 22); jugendliche Sprosse sämmtlicher Arten sind hier in ein zartes, aus einer geringen Zahl sehr gestreckter Zellen bestehendes Sprossstielchen (III, 20) ausgezogen, welches später verloren geht. Ferner verläuft in der den einen Schenkel des Taschendreiecks bildenden schmalen Seitenwand der Tasche, welche sich von dem ehemaligen Anheftungspunct zum Knoten (zum Ursprung des Tochtersprosses) erstreckt, ein Strang verlängerter Zellen (III, 14. 19). Der ganze Spross erscheint daher nicht durch einen seine flachen Seiten halbirenden, sondern durch einen den Flächen parallelen Schnitt in zwei gleiche Hälften theilbar, also gleichsam in horizontaler Richtung symmetrisch. Dies Alles würde noch mit gewöhnlichen morphologischen Verhältnissen einer *Wolffia*, wofern man sie sich etwa auf die Seite umgelegt und von den Seiten her plattgedrückt denken würde, vereinbar sein. Es ist leicht zu beobachten, dass die basale Tasche sich auf dieselbe Weise, wie bei *Wolffia*, durch Ueberwachsenwerden eines frühzeitig erscheinenden Tochtersprosses durch eine Gewebs-

1) Linnaea XXIX, p. 45.

falte auf der der Insertion des Sprossstieles entgegengesetzten Seite entwickelt (III, 22) und dadurch ebenfalls der Tochterspross nach rückwärts gedrängt wird, in einer ganz dem Vorgang bei *Wolffia* entsprechenden Weise. Die Analogie mit dieser Gattung würde daher, wie leicht ersichtlich ist, verlangen, dass die Lage der Anheftungsstelle und des Fibralstrangs in zwei einander entstammenden Sprossen, wenn man sie in gleiche Lage gebracht denkt, eine entgegengesetzte, z. B. bei einem Tochterspross, dessen Mutterspross jene Theile rechts liegen hätte, links wäre. Allein das Gegentheil findet statt; die zwei einander entstammenden Sprosse (III, 19. 20) sind in der angeführten Beziehung einander congruent, die einander entstammenden Individuen sind, ohne Vertauschung der Flächen, gleichgestaltet. Mit andern Worten: das Blatt eines Zweiges, welches in seiner Achsel einen Tochterspross trägt, ist dem Tragblatt jenes Zweiges superponirt zu denken, nicht ihm gegenüberstehend, wie bei den gewöhnlichen Wolffien. Wie nun bei letzteren erst die Untersuchung blühender Sprosse Licht auf die Blattstellung und Sprossfolge wirft, so dürfte auch das Dunkel, das über dem morphologischen Aufbau der in Rede stehenden eigenthümlichen Pflänzchen schwebt, erst durch die dereinstige Auffindung eines derselben oder eines zunächst verwandten im blühenden Zustand aufgehellt und nebenbei auch die specielle systematische Stellung dieser Gruppe in der Reihe der Lemnaceen definitiv feststellbar werden. Die anatomischen Verhältnisse deuten auf eine Lebensweise dieser Pflanzen unter dem Wasserspiegel im unfruchtbaren Zustand hin, was sich bei etwaiger Entwicklung blühender Sprosse ändern könnte. Ich füge noch bei, dass auch bei den vorliegenden Arten Bildung eines accessorischen Sprosses in aufsteigender Richtung regelmässig vorkommt und dass die Taschenmündung die Form einer weiten, die Breite der ganzen Sprossbasis besitzenden Spalte zeigt und daher so wenig als bei den ächten Wolffien durch den Austritt der Tochtersprosse weiter geschlitzt wird.

Lemna.

Entwicklung der Sprosse.

Bei allen in dieser Richtung näher untersuchten Arten dieser Gattung (*L. minor*, *trisulca*, *paucicostata*, *gibba*) entspringt der vegetative Spross an den gleich nachher zu bezeichnenden, als Achseln unentwickelter Blätter zu betrachtenden Stellen der Oberfläche seines Muttersprosses in Form einer ausserordentlich kleinzelligen hügelförmigen Vorragung, welche, indem sie sich verlängert, gleichzeitig eine das Dickenwachsthum etwas überwiegende Verbreiterung erfährt und so von Anfang an, wenn auch nicht in dem Grad wie später, die Form eines in der Richtung der künftigen Flächen leicht plattgedrückten, auf dem Mutterspross mit ganz wenig verschmälerter Basis aufsitzenden, vorn abgerundeten Körpers erlangt. Schon nachdem derselbe eine Länge von (bei *L. trisulca*) etwa 0,05 mm erreicht hat, erscheinen, während sich eine kurze Ringzellenreihe von dem Mutterspross in seine Basis hinein entwickelt, an zwei symmetrisch rechts und links gelegenen Stellen seiner oberen Fläche (V, 10), in einer Ent-

fernung von der Basis, welche etwa der Grenze des ersten und zweiten Drittels entspricht, die Anfänge zweier Tochtersprosse, welche, den ganzen Entwicklungsprocess von Neuem aufnehmend, gleichzeitig durch ihre Anwesenheit die Art und Weise des Weiterwachsens der sie tragenden Axe auf das Entschiedenste beeinflussen. Das Auftreten der beiden Sprosse an den angegebenen Stellen erfolgt entweder vollkommen simultan oder doch nur durch eine der Beobachtung sich entziehende Zwischenzeit getrennt; niemals sah ich unter zahlreichen freipräparirten Sprossen jugendlichsten Alters einen, welcher die Zweiganlage erst auf der einen Seite gezeigt hätte. Dennoch verhält sich während der späteren Weiterentwickelung der eine, sei es der rechte oder der linke, — bei Keimpflanzen der nach derselben Seite wie die fruchtbare Hälfte der *Plumula* gekehrte, — als der entschieden erste und geförderte. Niemals sah ich auch, wie es bei der Entwicklung der *Plumula* im Samen der Fall ist, die Anlage des Zweiges auf der einen Seite unterbleiben; stets, wenn auch später noch so stark im Wachsthum zurückbleibend, steht dem einen Spross ein anderer zur Seite nnd wird, wie dieser, in die sich bald bildende Tasche eingeschlossen. Noch vor dem Sichtbarwerden der zwei Zweiganfänge beginnt in der Mediane der entgegengesetzten — zur untern Sprossfläche werdenden — Fläche des Muttersprosses, unmittelbar vor dem Quergürtel, in welchem jene liegen und welcher sich künftig zum Knoten des Sprosses gestaltet, eine dritte Erhebung (*r*, V, 10—15. 17) sich zu zeigen, nicht durch einen Auswuchs der Oberfläche, sondern durch die Entstehung einer Nebenwurzel aus der subepidermidalen Zellschicht bedingt. Der Zeitpunct ihres Erscheinens ist nicht ganz fest bestimmt; ich sah sie schon bei 0,035^{mm} Sprosslänge angelegt, anderemal dagegen bei 0,50^{mm} Länge noch nicht vorhanden. Die Weiterentwicklung dieser Wurzel befolgt einer selbstständigen und hier zunächst nicht weiter zu berücksichtigenden Gang, der auch, wie später gezeigt werden soll, auf die weitere Ausbildung der Axe einen untergeordneten und ganz lokalen Einfluss ausübt. Niemals sieht man dem Auftreten der Zweige eine Erhebung des Sprossgewebes an ihrem hinteren Umfang in Form eines als Blatt zu deutenden Walles vorhergehen; dagegen ist leicht ersichtlich, dass die Stellen, welche Blattinsertionen tragen müssten, in einer gegenseitigen Divergenz liegen, welche, zumal die etwas plattgedrückte Form des Sprosses cylindrisch gedacht, in denselben die unentwickelten Glieder eines dreizähligen Blattwirtels erkennen lässt, dessen drittes Blatt seine Stelle in der Mittellinie der Bauchfläche des Sprosses haben würde, also in der Gegend der Ursprungsstelle der Wurzel. Für diese letztere bedarf es, da sie, so weit bekannt ist, in ihrer ganzen Entwickelungsweise nicht das geringste von einer gewöhnlichen Nebenwurzel Abweichende darbietet, nicht erst der Bemerkung, dass es sich um ihre Auffassung als Zweig nicht handeln kann, und dass das Zusammentreffen ihrer Lage mit einer Blattinsertionsstelle ein so zu sagen zufälliger, wesentlich nur mit der Lage jener Stelle in der Mittellinie der Bauchfläche des Sprosses in Zusammenhang stehender Umstand ist.

Am vorderen inneren Umfang der Basis einer jeden der zwei Zweiganlagen erhebt sich gleich nach ihrem Hervortreten eine Gewebsfalte, welche, rasch nach beiden Seiten hin auf einen grösseren Bogen übergreifend und dadurch ihre Basis verbreiternd, gleichzeitig in die Länge wächst und daher einige Zeit hindurch als ein die Tochtersprosse in der Richtung

von innen und vorn nach aussen und hinten überwachsender, mit einem scharfen bogenförmigen Rand abgeschnittener Wall erscheint (V, 10. 11); gleichzeitig steht das Dickenwachsthum des Sprosses an den Stellen, wo die Tochtersprosse ihm aufliegen, still, so dass diese in seichte tellerförmige Gruben seiner oberen Fläche zu liegen kommen. So werden sie allmälig in eine von dem ursprünglichen Sprosskörper als unterer Wand und der Falte als oberer Wand gebildete Tasche eingeschlossen und von ihrer natürlichen Wachsthumsrichtung abgelenkt, nach rückwärts und aussen gedrängt und in der Weise umgelegt, dass, wie bei *Wolffia*, eine Vertauschung der Flächen stattfindet, und diejenige Fläche, welche bei ungestörtem Weiterwachsen nach vorn die obere würde, sich geradezu zu der unteren, dem Wasserspiegel zugekehrten gestaltet. Das Wachsthum der die obere Taschenwand darstellenden Gewebsfalte erfolgt in diesen früheren Stadien, wie in geeigneter Richtung geführte Durchschnitte deutlich zeigen, unter Entstehung von abwechslungsweise nach der Rücken- und Bauchseite geneigten Scheidewänden in einer sich durch das Weitergreifen der Wallbildung verlängernden bogenförmigen Zellenlinie, auf welche später einige der Fläche parallele, die Zahl der Schichten vermehrende Scheidewände in den sich bedeutend verdickenden basalen Partieen der Wälle folgen. Das Dickenwachsthum dieser basalen Partieen hält jederzeit gleichen Schritt mit dem des zwischen beiden Taschen liegenden soliden Mittelstücks und der nach vorn an den Knoten stossenden Partie des Sprosskörpers, daher, obwohl die die Tochtersprosse einschliessende Basis des Sprosskörpers sein dickster Theil ist, sich doch zu keiner Zeit an den der Lage jener entsprechenden Stellen auffallende, über die Umgebung hervorragende Buckel finden. Bei *L. trisulca* zeigen sich ferner schon in ganz früher Zeit, bei einer Sprosslänge von *c.* 1 ^{mm}, die Anlagen der diese Art später auszeichnenden Randzähne in Form sanfter, dem Hervortreten einer ganzen Zellengruppe über den übrigen Rand ihre Entstehung verdankender Ecken (V, 11) am vordern noch lange im Weiterwachsen begriffenen Umfang des Sprosses; der Ort, wo der erste solche Zahn sichtbar wird, ist nicht fest bestimmt, und man findet denselben eben so häufig in der später geförderten wie in der nicht geförderten Hälfte des Sprosses gelegen. Was das Scheitelwachsthum des Sprosses betrifft, so erfolgt es jedenfalls unter Scheidewandbildungen in der ganzen den vorderen Rand des Sprosses bildenden Zellenlinie; diese ganze Randpartie besteht, so lange überhaupt die Zellenvermehrung in der Richtung der Länge nicht abgeschlossen ist, aus Theilungsgewebe; die specielle Richtung und Aufeinanderfolge der Scheidewände konnte ich aber nicht ermitteln. Man sieht den Sprossrand auf senkrecht gegen ihn gerichteten Durchschnitten in den jüngsten der Untersuchung zugänglichen Wachsthumsstadien aus beiderseits zwei eine Mittellage überziehenden Zellschichten, die aus der Flächentheilung einer einzigen hervorgehen, und die ihre Zellen jedenfalls noch durch auf der Sprossfläche senkrechte intercalare Theilungen vermehren, zusammengesetzt; später trifft man bei *L. trisulca*, bei welcher Art der Spross eine nur dünne Randpartie hat, nur eine einzige eine Mittellage überziehende Aussenschicht, so dass unmittelbar an der den äussersten Saum darstellenden Zellenlinie der Spross 3 Zelllagen zeigt, und an einen Wachsthumsprocess, welcher der Bildungsweise der oberen Wandung der Taschen für die Tochtersprosse analog wäre, nicht gedacht werden kann.

Sobald die Gewebsfalte, welche sich als obere Wandung der Tasche entwickelt, eine solche Breite erreicht hat, dass sie etwa die Hälfte der oberen Fläche des Tochtersprosses bedeckt, so setzt sich der Wachsthumsprocess, welchem sie ihre Entstehung verdankt, den äusseren Umfang des Tochtersprosses umgreifend fort auf den noch im Zustand des Theilungsgewebes verharrenden Rand der den Boden der Tasche bildenden Partie des ursprünglichen Sprosskörpers, und es findet von nun an gleichmässig am obern, äussern und untern Umfang der in die Tasche führenden Spalte Zellenvermehrung statt.[1] Sie dauert aber am unteren Umfang noch an, nachdem sie am oberen aufgehört hat, und jener Rand legt sich daher über diesen etwas herauf (XIII, 8). Die Art der Zellenvermehrung ändert sich zugleich dahin, dass an die Stelle der nach zwei Seiten abwechselnd geneigten Scheidewände solche, die zur Oberfläche senkrecht stehen, treten, daher denn die Ränder der sich allmälig zu einer kurzen und engen Spalte schliessenden, durch Heraufwachsen der unteren Lippe auf die Rückenfläche des Sprosses gerückten (V, 12) Oeffnung aus einer Schicht von zarten, kurzen, zu den Spaltenrändern in senkrechten Reihen gestellten Zellchen bestehen. Die ganze Bildung der Tasche ist bei *L. minor* im Wesentlichen abgeschlossen, wenn der Spross eine Länge von 0,5—0,6 mm erreicht hat; bei *L. gibba* traf ich die Spaltenränder noch etwas länger, bei etwa 0,9 mm Sprosslänge, im Weiterwachsen begriffen. Es geht aus dem Gesagten hervor, dass der in der Entwicklung begriffene Spross mehrere Vegetationspuncte oder vielmehr Vegetationslinien, jede von beträchtlicher Ausdehnung besitzt, nämlich ausser derjenigen, welche sein Spitzenwachsthum vermittelt, noch 2 basale, wozu noch die unterdessen in dem inneren Gewebe fortdauernde intercalare Vermehrung der Elemente in sämmtlichen Raumdimensionen und endlich noch ein bei Besprechung der Wurzel zu erwähnender, eigenthümlich modificirter Wachsthumsvorgang in einer beschränkten Partie der Epidermis kommt. Die beiden basalen Vegetationslinien begegnen sich endlich mit denjenigen Theilen, welche die Bildung des unteren Taschenrandes vermittelt haben, in ihrem Vorschreiten gegen die Mittellinie und fliessen hier bei *L. minor* (X, 1. 8) und *gibba* auf dem Rücken der Sprossbasis zu einer niedrigen sowohl im Längsschnitt als auch bei Betrachtung von der oberen Fläche sichtbaren Querfalte zusammen, welche von der später in die Breite wachsenden Hauptmasse des Sprosses einen kleinen Grundtheil, die Anlage des sich in der Folge noch in wechselndem Maasse entwickelnden Sprossstiels, abgrenzt. Bei *L. trisulca* dagegen, an welche sich in dieser Beziehung die exotischen Arten (*L. valdiviana, paucicostata* und die Verwandten der letzteren) anschliessen, unterbleibt die Bildung jener Querfalte (V, 17); vielmehr kehrt jede der 2 basalen Vegetationslinien

---

1) Aus dem frühzeitigen Eintritt der Ueberwachsung der Tochtersprosse und der dadurch bedingten Taschenbildung, sowie aus dem Umstand, dass nicht immer, wenn man nicht ganze Reihen jugendlicher Sprosse, nach der Grösse geordnet, vergleicht, die Ränder der Ueberwachsungsfalten sehr leicht zu sehen sind, scheinen sich die sonderbaren Angaben Gasparrini's (a. a. O. p. 121. 122) einigermassen zu erklären; nach dessen Darstellung sollte das Gewebe des jungen Sprosses sich in eine äussere Schicht und einen inneren Kern differenciren, letzterer 2 Seitenlappen bekommen und daraus die 2 Tochtersprosse, aus der mittleren Partie selbst aber die Wurzel entstehen; selbst dem Sprossstiel wird eine ähnliche Entstehung aus einem nach rückwärts sich entwickelnden Auswuchs desselben Centraltheils zugeschrieben. Die beigefügten Zeichnungen lassen zum Theil mit Wahrscheinlichkeit erkennen, was mit ihnen dargestellt werden soll; zum Theil sind sie aber auch fast unverständlich.

an der Stelle, wo das innere hintere Ende der Tasche liegt, in sich selbst zurück; der bei *L. trisulca* eine besonders auffallende Entwicklung erreichende Sprossstiel bildet sich gleichwohl aus dem rückwärts von einer diese Puncte verbindenden Querlinie gelegenen hintersten Theil der ursprünglichen Sprossanlage. Gerade das angeführte Verhalten bei *L. minor* und *gibba* lässt noch in vorgerückteren Entwickelungsstadien in sehr anschaulicher Weise die Tochtersprosse als wesentlich auf der obern Fläche des eigentlichen Sprosskörpers gelegen erscheinen, ganz wie bei manchen Wolffien, bei welchen ein analoges Verhalten des untern Taschenrandes gezeigt worden ist.

Bei der weiteren Ausbildung der Sprosse ist das Verhalten der zwei durch die Lage vor- und rückwärts vom Knoten bezeichneten Theile, welche als zweites und erstes Sprossglied[1]) benannt werden mögen, auseinderzuhalten; jenes, aus einer soliden Gewebsmasse gebildet und dieses, aus den Wandungen der Taschen und dem dazwischen gelegenen Mittelstück bestehend, befolgen einen besonderen und keineswegs parallel gehenden Gang des Wachsthums, daher halberwachsene Individuen zu verschiedenen Zeiten ausserordentlich verschiedene Formverhältnisse und Proportionen ihrer einzelnen Theile darbieten. Man kann wohl im Allgemeinen die bezüglichen Vorgänge so ausdrücken[2]): »die Zellenvermehrung erlischt an der Spitze, während sie am Grunde noch längere Zeit fortdauert, wogegen die Zellendehnung an der Spitze beginnt und von da zum Grund fortschreitet«; doch sind sie, im Einzelnen betrachtet, etwas complicirter und äussern sich in einem mehrfachen Spiel und Widerspiel der beiderlei Wachsthumsfactoren in bestimmten Partieen und in bestimmten Richtungen.

Schon sehr frühzeitig — bei *L. minor* in Individuen von 0,225 ^{mm}, bei *L. gibba* in solchen von 0,20 ^{mm} Länge, beginnt in der Nähe der Spitze des zweiten Sprossgliedes die Bildung von Lufthöhlen dadurch, dass die Zellenvermehrung nur noch in bestimmten zu dem Umfang der entstehenden Höhlen senkrechten Richtungen fortdauert und das noch weiterwachsende Gewebe dadurch zum Auseinanderweichen genöthigt wird, wobei gleichzeitig ausgeschiedenes Gas den frei werdenden Raum ausfüllt. Da, wo die Lufthöhlen später in zwei Schichten angeordnet sind, wie in dem grössten Theil des zweiten Sprossglieds der genannten 2 Arten, sieht man zuerst die untere, im Bauchtheil gelegene Schicht auftreten, was zur Folge hat, dass sich später die diese begrenzenden Zellenlagen stärker dehnen müssen als die in der Umgebung der Lufthöhlen der Rückenpartie gelegenen; dort entwickeln sich weniger zahlreiche und weitere, hier zahlreichere und engere Lufthöhlen. Ferner schreitet der ganze überall von dem Aufhören der Theilungsvorgänge und Streckung des Gewebes unmittelbar gefolgte Vor-

---

1) Falls die unten zu gebenden Deutungen der Verzweigungsverhältnisse von *Lemna* der Natur entsprechen sollten, so wäre diese Bezeichnung streng genommen in sofern unrichtig, als das erste dieser Sprossglieder selbst wieder aus deren zwei zusammengesetzt erschiene, wie bei blühender *Wolffia* das zweite. Allein bei der Abwesenheit von Blättern fehlt jeder Anhaltspunct, um eventuell die Grenze der zwei ersten Glieder zu bestimmen; namentlich fehlt für die etwaige Annahme, dass diese Grenze mit der zwischen Sprossstiel und Sprosskörper zusammenfallen möchte, wenigstens jeder sichere Beweis, und wofern die Analogie von *Wolffia* benützt werden dürfte, würde diese sogar entschieden gegen eine derartige Vorstellung sprechen. Die obige Inconsequenz des Ausdrucks möge mir unter diesen Umständen verziehen werden.

2) Hofmeister in Pringsh. Jahrb. I, 153.

gang von der bezeichneten Partie aus gegen die Basis hin fort, und es ist Regel, dass, abgesehen von den Rändern, welche in verschiedenem Umfang frei von Lufthöhlenbildung bleiben, die Lufthöhlen nach der Bauch- und Rückenfläche des Sprosses hin von je 2 Zellschichten bedeckt, unter sich dagegen von einschichtigen Zwischenwandungen geschieden bleiben. Doch machen in letzterer Beziehung hauptsächlich gewisse in der Höhe einer Ebene, welche beiläufig die untere von der oberen Lufthöhlenschicht abgrenzen würde, gelegene Gewebsstreifen eine Ausnahme; es sind diejenigen Gewebspartieen, in welchen die Fibrovasalstränge angelegt werden; hier entwickelt sich stets so viel Zellgewebe, dass die Zellenreihe, welche in den Fibrovasalstrang selbst verwandelt wird, stets durch mindestens eine Zellenlage von den angrenzenden Höhlen getrennt bleibt.

Obgleich die Sache nicht immer deutlich nachweisbar ist, so wird es doch durch Präparate, die man sich namentlich von der dünnen *L. trisulca* leicht verschaffen kann,[1]) sichergestellt, dass der Anlegung von Gefässzellen stets die eines aus Längstheilung einer einzigen Zellenreihe hervorgehenden Stranges von etlichen Lagen zarter, prismatischer Elemente vorausgeht; kurz darauf zeigen sich in einer sich verhältnissmässig sehr stark erweiternden Längsreihe von Zellchen eines solchen Stranges Verdickungen, die aus Ringen, Ringstücken und stellenweise dazwischen eingestreuten kurzen Spiralstücken bestehen; die einzelnen Gefässzellen liegen mit schiefen Enden einander an oder grenzen selbst mit Theilen ihrer Längswände an einander und erscheinen, so lange sie überhaupt deutlich verfolgbar und nicht durch stärkere Längsstreckung und Auseinanderziehung ihrer Verdickungen schwierig erkennbar gewörden sind, als von einander abgeschlossene kurze Röhren;[2]) die übrigen Zellen bleiben enger, ziehen ihre sich aneinander vorbeischiebenden Enden zu stumpfspitzigen Formen aus und bil-

---

1) Bei Untersuchung der ganzen Entwicklungsgeschichte der vegetativen Theile der *Lemna*-Arten leisten neben geeigneten Durchschnitten, namentlich in der Längsrichtung, Reihen von solchen Individuen der verschiedenen Stufen, die, in Alkohol gebleicht, nach leichtem Erwärmen mit Kali und Wiederauswaschen dieser Substanz mit Chlorzinkjodlösung gefärbt werden, die besten Dienste. Dasselbe Verfahren ist auch bei schon getrocknet gewesenen Materialien von wenn auch beschränkterem Erfolg und gilt auch für die Entwicklungsgeschichte anderer Theile, z. B. der Blüthen.

2) Ich theile sonach, nach Allem was ich gesehen habe und namentlich auch nach Analogie von *Spirodela*, vollständig die von Caspary (Monatsb. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berl. 1862, p. 172), welcher diese Gewebselemente bei *L. gibba* sah, über ihre anatomische Natur ausgesprochene Ansicht, wiewohl ich gestehen muss, dass die Untersuchung von *Lemna* allein mir vielleicht noch Zweifel darüber hätte zurücklassen können, dass auch in vorgerückteren Perioden wirklich keine Communicationen der Lumina sich herstellen; die Untersuchung dieses Punctes gehört wohl bei der Feinheit dieser Gebilde und dem zähen Zusammenhang der Theile der Stränge unter sich zu den schwierigeren anatomischen Aufgaben. Jedenfalls besteht aber in Beziehung auf das Vorkommen der fraglichen Gewebselemente zwischen *Lemna gibba* und anderen Arten kein wesentlicher Unterschied, wie die eben citirte Arbeit glauben lassen könnte; sämmtliche Arten bilden jene Elemente (mit Ausnahme von *L. valdiviana* und mit mehrfachen Verschiedenheiten rücksichtlich ihrer Verbreitung bei den übrigen) eben so gut aus, und man kann nicht einmal sagen, dass sie z. B. bei *L. minor* späterhin schwieriger zu sehen seien als bei *L. gibba*. Es würden sich mit Obigem, selbst noch abgesehen von den Gefässzellen in den Blüthentheilen, die älteren Ansichten z. B. von Schleiden (Grundz. d. w. Bot. 1861. p. 367) wornach überhaupt blos bei *Spirodela* gefässartige Bildungen vorkommen sollten, Gasparrini (a. a. O. p. 121) u. A. erledigen. Ich habe bei der offenbaren Gleichwerthigkeit und nahen Verwandtschaft der Gefässzellen mit eigentlichen Gefässen keinen Anstand nehmen zu dürfen geglaubt, hier und im Folgenden von Gefässbündeln oder Fibrovasalsträngen zu sprechen; bei der äusseren Aehnlichkeit der Anordnung derselben mit der der ziemlich allgemein so genannten Blattnerven wird auch die Bezeichnung als Sprossnerven anwendbar sein; indess möchte ich auf alle diese und verwandte Ausdrücke nicht allzu viel Gewicht gelegt wissen.

den ein zartes, die Gefässzellenreihe umgebendes Prosenchym;[1]) unter allen Umständen bleibt es bei der Anlegung einer einzigen Gefässzellenreihe in jedem einzelnen Bündel.

Während im Verlauf des ersten Sprossgliedes das ganze Axengefässbündelsystem in einen einzigen Strang zusammengedrängt erscheint, geht es vom Knoten an fast bei allen Arten von *Lemna* in mehrere, der platten Gestalt der Axen entsprechend in eine Ebene geordnete Bündel auseinander; es sind deren bekanntlich bei der Mehrzahl drei, indem vom Knoten aus zwei seitliche, bogenförmig zwischen Rand und Mittellinie verlaufende von dem in medianer Richtung sich fortsetzenden primären sich abzweigen; bei *L. gibba* dagegen bilden sich jederseits zwei Seitenstränge[2]) und das 2te Sprossglied erscheint daher fünfnervig (XIII. 9), während es bei *L. valdiviana* einnervig[3]) bleibt, indem die Entwicklung seitlicher Bündel ganz unterbleibt. Zugleich hält sich dieser eine Strang auf einer niedrigeren Stufe der Ausbildung als bei den übrigen Arten, indem sich in ihm keine Gefässzellen ausbilden und er daher durchaus nur einen Fibralstrang darstellt. Erwähnenswerth ist noch, dass ich von *L. minor* kräftige, sehr breitstengelige Formen kennen lernte, bei welchen sich noch ein zweites kürzeres und schwächeres Seitenbündel nach aussen von dem gewöhnlichen entweder auf beiden Seiten oder nur in der geförderten Hälfte des Sprosses entwickelt hatte. Die Weiterbildung des medianen Gefässbündels über den Knoten hinaus erfolgt bei *L. trisulca* bei einer Sprosslänge von 0,5 mm, das Auftreten der seitlichen Bündel bei 0,76 mm; bei *L. gibba* treten jene Veränderungen schon bei 0,20 beziehungsweise 0,30 mm, bei *L. minor* bei 0,2 und 0,22 mm Länge ein; um diese Zeit ist die mittlere Partie des Sprosses schon ziemlich gedehnt und lufthöhlenhaltig, das Gewebe der Seitenränder dagegen namentlich in den hintern Partieen noch theilungsfähig und kleinzellig, daher die zwei vorhandenen Seitennerven ziemlich nahe an den Rändern verlaufen. Erst bei 1—1,2 mm Länge zeigen sich bei *L. gibba* auch die äusseren Seitennerven in den sich sofort auch dehnenden und Lufthöhlen entwickelnden Randpartieen. Sehr gewöhnlich sieht man in der geförderten Seitenhälfte des Sprosses sowohl die Anlegung der Seitennerven als die Bildung der Gefässzellen in ihnen der auf der andern Seite vorausgehen. Da ferner die Tochtersprosse, sobald sie die entsprechende Entwicklung erreicht haben,

---

1) Die Zellen dieses Gewebes scheinen kaum unter eine der gebräuchlichen speciellen Benennungen zu fallen, denn zum Begriff der Leitzellen (im engern Sinn Caspary's und abgesehen von der verallgemeinerten Bedeutung dieses Ausdrucks) gehören nach dem Beispiel, für welches er ursprünglich geschaffen wurde (Pringsh. Jahrb. I, 381), quere oder fast quere Zwischenwandungen; dasselbe dürfte von Nägeli's Cambiform (Beiträge z. wiss. Bot. I, 4) gelten; die Bezeichnung Tracheiden endlich (Sanio in bot. Ztg. 1863, p. 113), unter welche allerdings sowohl das fragliche Prosenchym als auch die Gefässzellen der Lemnaceen fallen würden, wollte ich deswegen vermeiden, weil sie unläugbar morphologisch ziemlich verschiedene Dinge umfasst.

2) Diese Zahl habe ich wenigstens bei genauer Untersuchung ziemlich zahlreicher europäischer und aussereuropäischer Formen stets gefunden. Caspary's Angabe (a. a. O.) von 3 Seitenbündeln jederseits konnte ich nie bestätigt finden; falls sie daher genau ist, muss dem genannten Forscher eine ungewöhnlich kräftige Form vorgelegen haben, deren Vorkommen bei dem analogen Verhalten von *L. minor* nicht undenkbar ist. Einzelne Floristen (z. B. Grenier und Godron) haben die Pflanze als nervenlos beschrieben; bei den bauchigen Formen sind die Nerven gewöhnlich minder leicht sichtbar.

3) wie bei A. Gray (Manual a. a. O.) richtig angegeben wird. Was die Gefässlosigkeit betrifft, so habe ich wenigstens bei mehrfachem sorgfältigem Untersuchen jugendlicher Pflänzchen nie etwas von dergleichen Bildungen entdecken können; indess ist bei der Zartheit derselben und dem Umstand, dass das Material eingetrocknet gewesen war, ein Irrthum nicht ganz undenkbar, wie mich einschlägige Erfahrungen bei andern Lemnaceen belehrt haben.

mit einem von dem Muttersproß aus in sie hineintretenden Gefässbündel versorgt werden, so kann dieses in verschiedene zeitliche und räumliche Beziehung zu den Seitennerven des Muttersprosses treten; bei *L. gibba* z. B. ist es am häufigsten, dass wenn *i* den inneren Seitennerven der geförderten, *i'* den der nicht geförderten Seite bezeichnet, wenn ferner *e* und *e'* die äusseren Seitennerven, *m* und *m'* die Mittelnerven der beiden Tochtersprosse sind, die Reihenfolge sich so gestaltet: *i; i'; m; e; e'; m';* anderemal findet man *i; i'; m; e; m'; e'* u. s. w.; dabei trifft man bei den verschiedenen Arten von *Lemna* sehr gewöhnlich das Verhältniss, dass der Tochtersprossmittelnerv nicht eigentlich aus dem Knoten, sondern aus dem Anfang des inneren beziehungsweise einzigen Seitennerven des Muttersprosses seinen Ursprung nimmt, in welchem Fall dann bei *L. gibba* auch nothwendig *e* und *e'* aus *i* und *i'* entspringen müssen, was ohnehin die Regel ist. Die Gefässzellenbildung schreitet bei *L. gibba* im Mittelnerven, *i* und *i'* bis gegen das Ende vor, in *e* und *e'* nur auf eine kurze Strecke, oder kann sogar wenigstens in *e'* ganz unterbleiben. Auch bei *L. minor* erstreckt sie sich im Mittel- und den Seitennerven bis in die Nähe des vorderen Endes oder wenigstens auf eine bedeutende Strecke vor dem Knoten; bei *L. trisulca* sah ich sie im Mittelnerven stets nur auf eine beschränkte Länge ins zweite Sprossglied hinein, höchstens bis zur Hälfte der Länge, und in den Seitennerven auf noch kürzere Strecken sich fortsetzen; bei *L. paucicostata* endlich, an welche sich *L. perpusilla* und *angolensis* auch in dieser Beziehung anzuschliessen scheinen, überhaupt nur bis zum Sprossknoten oder ganz wenig und nur im Mittelnerven über denselben hinaus. Die verschiedenen Formen bilden nach dem Angeführten in Beziehung auf Vorkommen und Verbreitung der Gefässzellen schon in den vegetativen Theilen und überhaupt die Entwicklung eines Strangsystems im Spross eine fortlaufende Reihe, deren niederstes Glied sich direct an die höher organisirten Wolffien anschliesst, während das höchste, wie aus dem Späteren hervorgehen wird, die Vermittlung mit *Spirodela* (zunächst *S. oligorrhiza*) herstellt.

In allen Fällen wird die Auffindung der Gefässzellen mit der späteren Längsstreckung der Gewebe mehr und mehr schwierig, was weniger der Fall wäre, wenn sich zu den erst entwickelten in der Folge neue hinzugesellen würden. Die Gegend, wo sie sehr gewöhnlich bei *L. minor*, öfters auch bei *L. gibba*, kaum bei *L. trisulca* noch in erwachsenen Sprossen erkennbar sind, ist der dem Knoten angrenzende der Basis des zweiten Sprossglieds angehörige Theil der Mittel- und der Seitennerven; am unkenntlichsten pflegen sie im ersten Sprossglied zu werden, und es scheinen hier selbst die Verdickungen durch Resorption zu verschwinden. Dass dieses mit den Wandungen selbst der Fall wäre, ist mindestens sehr unwahrscheinlich, indem sonst die Entstehung eines weiteren Canals zu erwarten wäre; übrigens lässt die grosse Zartheit der in Rede stehenden Bildungen keine sichere Entscheidung dieser Frage zu.

Wie anderwärts in den sich dehnenden Geweben, so findet sich auch in denen der Sprosse von *Lemna* mit der beginnenden Streckung der einzelnen Partien, daher zuerst im Bauchtheil des zweiten Sprossgliedes, feinkörnige Stärke ein. Hiervon bleiben jedoch ausgeschlossen einzelne gegenüber ihren Nachbarinnen ungetheilt bleibende, daher frühzeitig sich durch Grösse auszeichnende, im Gewebe, namentlich dem der Zwischenwände zwischen den Lufthöhlen, zerstreute Zellen, die dafür die Ablagerungsstätten von Büscheln nadelförmiger Krystalle kleesauren

Kalkes werden.[1] Die Rhaphidenbüschel finden sich ein, während noch der protoplasmatische Inhalt der Zellen vorhanden ist, allein dieser verschwindet gleich darauf, und es bleibt hinfort neben den Krystallen nur klare Flüssigkeit zurück. Die ersten Rhaphidenzellen werden bei *L. trisulca* sichtbar bei einer Sprosslänge von 0,148^{mm} in der Nähe der Sprossspitze, während die Zellenvermehrung in letzterer noch nicht aufgehört hat und bis zu einer Länge von etwa 0,3^{mm} fortdauert, und die Stärke sich ebenfalls in den Nachbarzellen der Rhaphidenzellen erst nach einiger Zeit einfindet; Verhältnisse, welche für die verbreitetste Ansicht über die Bedeutung der Rhaphiden als Träger eines Auswurfstoffes wenigstens keine positive Stütze darbieten, ebensowenig aber irgend einen Anhaltspunct für eine der andern möglichen Vorstellungen von der physiologischen Rolle der noch in dieser Beziehung ziemlich räthselhaften Bildungen zu liefern scheinen. Ihre ganz ausnahmslose Anwesenheit in grosser Anzahl bei sämmtlichen *Lemna*-Arten[2] im Gegensatz gegen ihr eben so constantes Fehlen in allen Wolffien, deren Stoffmetamorphosen sich von denen der erstern gewiss nicht allzu weit entfernen, legt jedenfalls die Vermuthung nahe, dass mit ihrer Ausscheidung keines der allerwesentlichsten Bedürfnisse des pflanzlichen Lebens befriedigt werde.

Bei den meisten Arten von *Lemna* — *L. gibba, minor, paucicostata, perpusilla, angolensis,* nicht bei *L. trisulca* und *valdiviana* — findet sich eine weiter unten noch kurz zu besprechende spitze Prominenz in der Nähe der Sprossspitze auf deren oberer Fläche; diese wird schon sehr früh, bei *L. minor* an Sprossen von 0,9^{mm} Länge, sichtbar in Form eines kleinen Höckerchens, das an einem in der Richtung des Mittelnerven gelegenen Punct vorspringt; es ist sogar öfters in früheren Entwicklungszuständen der Sprosse leichter zu sehen als später, wo es bisweilen durch starke Dehnung der unterliegenden Gewebspartie einigermassen verwischt wird. Aehnlich verhält es sich mit den Randzähnen bei *L. trisulca*; diese Prominenzen, welche schon lange vor beendigtem Randwachsthum in Form leichter Ecken (V, 11, *d*) sichtbar werden und nicht durch Auswachsen einzelner Randzellen, sondern durch gesteigertes Wachsthum ganzer wenigzelliger Randpartien in am Sprossrand nach rückwärts vorschreitender Ordnung sich bilden, sind in der Regel an unerwachsenen Sprossen zwischen 0.5^{mm} und 1^{mm} Länge verhältnissmässig grösser (V, 15, *d*) als späterhin, wo sich durch die nachfolgende Dehnung des übrigen Randgewebes jene Vorsprünge wieder mehr ausgleichen; dagegen ziehen sich jetzt die Zellen der Randepidermis an den betreffenden Stellen, — entweder nur eine oder 2—3 an einem einzelnen Zahn gemeinschaftlich — in nach vorwärts gerichtete Spitzen aus, wodurch die Zähne ihre Zuschärfung erlangen. Diese Epidermiszellen hinweggedacht würden am erwachsenen Spross nur leichte Ecken anstatt der Zähne zurückbleiben. Uebrigens bleibt die Entwicklung der Zähne auf das Gebiet des zweiten Sprossgliedes beschränkt und ihre Grösse nimmt auch

---

1) Dass diese Rhaphidenzellen gar keinen Gehalt an Stärke bekommen, während sich diese in der Umgebung einfindet, ist namentlich bei *L. trisulca*, deren Sprossränder in ziemlichem Umfang nur eine Parenchymschicht zwischen 2 Epidermislagen besitzen, im betreffenden Entwicklungsstadium bequem zu sehen.

2) Wahrscheinlich sind sie bei *L. trisulca* schon von J. F. Wolff (*de Lemna*, p. 15) gesehen worden, doch wirft er die »länglichen, weisslichen oder durchscheinenden Körper« im Spross der genannten Art offenbar mit andern fremdartigen und nicht hierher gehörigen Dingen zusammen.

hier nach rückwärts ab; es finden sich in der geförderten Sprosshälfte nicht selten (doch durchaus nicht immer; es kommt selbst mitunter das Entgegengesetzte vor) 1—2 Zähne mehr als in der andern. Die eigentliche Sprossspitze, wenn man sie in der Richtung der Verlängerung des Mittelnerven sucht, bleibt gewöhnlich ohne Zahn.

Die Spaltöffnungen, welche sich auf der ganzen Rückenfläche der Sprosse sämmtlicher *Lemnae*, mit Ausnahme der nicht blühenden der *L. trisulca* entwickeln, gehen wie bei *Wolffia* und anderwärts aus der Theilung einer Epidermiszelle in die 2 sofort auseinanderweichenden Schliesszellen hervor, ohne dass, wie bei den Spaltöffnungen auf den Blättern so vieler Pflanzen, dieser Theilung die Bildung einer Spaltöffnungs-Specialmutterzelle durch in ganz bestimmten Richtungen entstehende Scheidewände in einer Urmutterzelle vorausgehen würde; der bezügliche Vorgang scheint nach Allem, was man — freilich in einer Periode, wo die Epidermis noch äusserst kleinzellig ist, — sehen kann, einfach übersprungen zu werden, denn man findet, dass, nachdem die in anscheinend willkürlichen Richtungen der Fläche erfolgenden Vermehrungen der Epidermiszellen einer bestimmten Partie aufgehört haben (bei *L. minor* in der Sprossspitze bei einer Länge von $0{,}3^{mm}$) einzelne von ihnen gegen die übrigen, in deren Niveau sie sich jetzt wie später fortwährend halten, in der beginnenden Dehnung etwas zurückbleiben, sich mit feinkörnigem Inhalt füllen, welcher sich aus den übrigen schon zu verlieren beginnt, und hierauf in die 2 Schliesszellen zerfallen. Dagegen eilen die letzteren in ihrem weiteren Wachsthum nach der Theilung der umgebenden Oberhaut längere Zeit auffallend voraus und man sieht sie zu ihrer definitiven Grösse gedeihen zu einer Zeit, wo von den Epidermiszellen dies noch lange nicht gilt, daher in jüngeren Entwicklungsstadien der Sprosse die Spaltöffnungen oft viel mehr als später in die Augen fallen und mit grösster Leichtigkeit gezählt werden können. Der feinkörnige Inhalt, anfangs noch kurze Zeit sichtbar, verschwindet aus den Schliesszellen sehr schnell, und sie besitzen fortan keinen geformten Inhalt mehr, namentlich sind stärkehaltige Chlorophyllkörner in den Schliesszellen halberwachsener und erwachsener Sprosse der *Lemnae* (mit einziger Ausnahme der blühenden von *L. trisulca*) nicht zu treffen. Bestimmte Beziehungen walten ob in der Richtung der Scheidewände, durch die sich die Schliesszellen von einander sondern: die entstehenden Spalten halten sich an die Richtung des Sprossmittelnerven in der mittleren Partie des Sprosses, werden dagegen gegen die Ränder hin durch diese und die Seitennerven mehr und mehr von der Längsrichtung abgelenkt, so dass sie in der Nähe der Sprossspitze von beiden Seiten her stark gegen einander convergiren. Bei verschiedenen Arten (*L. gibba*, *minor*, *perpusilla*, *valdiviana*, IV, 4) sah ich auch wiederholt zwei Spaltöffnungen unmittelbar aneinandergrenzend entwickelt.

Die Epidermiszellen (VII, 4. 12; VIII, 4) beginnen ihre früher geradlinig polygonalen Seitenwandungen durch ungleichmässig gesteigertes Wachsthum zu kräuseln sehr lange ehe sie ihre definitive Flächenausdehnung erreicht haben; allmälig wachsen sie zu einer der der Spaltöffnungen gleichkommenden oder sie übertreffenden Grösse; in der Nähe der Ränder nehmen sie statt der gleichmässig ausgedehnten schmale, in der Richtung der Ränder langgezogene Gestalten mit wenig buchtigen Umrissen an.

Die im Allgemeinen von vor- nach rückwärts erfolgende Ausbildung der Sprosse bringt es nothwendig mit sich, dass — im Gegensatz sowohl gegen die frühesten Entwicklungsstadien (V, 10—12) als gegen den fertigen Zustand (V, 18. 19; VI, 1. 19. 20; VII, 2. 3. 9. 10; VIII, 1—3; IX, 12. 13; XIII, 10) — längere Zeit hindurch ein grosses Missverhältniss zwischen den Dimensionen des zweiten und des ersten Sprossgliedes besteht und das erste als ein kleiner Anhang am zweiten erscheint. Bei keiner Art ist dies in auffallenderem Maasse der Fall, als bei *L. trisulca*, wenigstens den nicht blühenden Individuen derselben, bei welchen das zweite Sprossglied besonders schnell zu einer beträchtlichen Flächenentwicklung gelangt. Zu der Zeit, wo das zweite Sprossglied in seinem vorderen Theil annähernd gedehnt, in seinem hinteren noch nicht gedehnt, dagegen seiner Zellenzahl nach angelegt ist, — bei *L. minor* bei einer Sprosslänge von 0,9—1,3^{mm} — erscheint es nach rückwärts keilförmig verschmälert, die Spitze des Keils von dem ersten Glied gebildet, in welchem letzteren die Taschen vollständig gebildet, aber die intercalaren Zellenvermehrungen, jetzt vornehmlich in Richtung der Quere, noch im Gang sind; so wird auch dieses allmählich zunächst in die Verbreiterung des Sprosses mit hineingezogen (V, 14. 15) und durch die nachfolgende Querdehnung des vorderen Theils des ersten Glieds die Breitendifferenz der beiden Glieder, welche zuvor das Dreifache betrug, allmählich ausgeglichen (V, 17). Die geschlossenen vorderen Grenzen der Taschenhöhlen beschreiben, von der Fläche gesehen, um diese Zeit ihrer Gesammtrichtung nach ziemlich quer zur Längsaxe des Sprosses verlaufende, wenn auch mehr oder weniger deutlich bogenförmig nach vorn gekrümmte Linien (V, 17). In dem hinteren Theil des ersten Sprossgliedes dauert währenddessen die Zellenvermehrung in der Längsrichtung noch fort, jedoch träg und bei Weitem nicht in dem Maasse, um der rapiden Längsdehnung des zweiten Sprossgliedes das Gleichgewicht zu halten, daher dieses, das schon vor vollständiger Anlegung der Taschen die 3—4fache Länge des ersten erlangt hatte, sie jetzt zeitweise auf das Vier- bis fast Sechsfache steigert. Dieses Verhältniss ändert sich erst, und zwar ziemlich rasch, wenn das erste Sprossglied dem zweiten an Breite ziemlich nahe gekommen ist, indem jetzt in dem ersteren endlich auch eine sehr rapide, schnell nach rückwärts vorschreitende Längendehnung Platz greift, welcher die bei der Schilderung der Entwicklung des zweiten Sprossgliedes angegebenen Veränderungen: Bildung der Lufthöhlen, Ablagerung der Rhaphidenbüschel, Entwicklung der Oberhautgebilde, wie dort vorausgegangen sind. In Verbindung mit dieser Längendehnung geht auch eine wesentliche Veränderung mit der Form der Taschen vor sich. Die Linien, welche ihre vorderen Grenzen bezeichnen, nehmen eine schief von hinten und innen nach vorn und aussen verlaufende Richtung an; die Steilheit dieser Linien zeigt schon bei *L. gibba* und *minor* ziemlich starke individuelle Verschiedenheiten, am steilsten, unter gleichzeitiger Beibehaltung des bogenförmigen Verlaufs, gestalten sie sich bei *L. trisulca*; bei dieser Art gleichen sich daher die Winkel, die diese Linien mit den inneren, dem Mittelstück zugekehrten Grenzlinien der Taschenhöhlen bilden, zu Bögen aus (VI, 1), während bei den andern Arten die beiden Linien eher unter einem stumpfen Winkel, der an die Stelle eines früheren annähernd rechten getreten ist, sich vereinigen. Bei *L. trisulca* ist der nähere Vorgang bei jener Gestaltveränderung der Taschen auch am leichtesten zu studiren; man sieht, dass das zweite Sprossglied dabei

nicht activ thätig ist, etwa dadurch, dass sich zuletzt noch seine Mitte allein in die Länge dehnen würde, die Seitenpartien dagegen nicht mehr; vielmehr ist das zweite Sprossglied zuvor schon vollständig ausgebildet; dagegen findet man zuvor in den hintersten Partien der Taschenwandungen, seitlich von der Insertion des Sprossstiels, in der Gegend, wo die Taschen mit Spalten nach aussen münden und wo der Zellenvermehrungsprocess zuletzt erloschen ist, noch ungedehntes Gewebe, während das Mittelstück schon mehr gedehnt ist; jene seitliche Partie dehnt sich nun in Richtung des Randes noch stark in die Länge, wodurch nicht blos jene Gestaltveränderung der Taschen bedingt, sondern auch die etwas concave Form des Sprossrandes in jener Gegend in eine convexe verwandelt wird. Das ganze erste Sprossglied, welches (ohne den Stiel) allmählich eine sehr kurze und breite Gestalt angenommen hatte, so dass es bei *L. minor* um die Zeit der vollendeten Querdehnung fast 6mal so breit als lang gewesen war, ändert dieses Verhältniss mit vollendeter Längsstreckung in ein viel niedrigeres, 1 : 1, 4—1 : 1,5; es bleibt somit bei dieser Art immer etwas breiter als lang. Das Verhältniss der Länge des ersten zu der des zweiten Sprossglieds beträgt im fertigen Zustand 1 : 1,7—1 : 1,2. Bei *L. gibba* steigt das Uebergewicht des zweiten über das erste Sprossglied zu der Zeit, wo in jenem die Längsstreckung nahezu vollendet, in diesem dagegen erst im Begriff ist sich zu vollziehen, sogar auf das Acht- bis Neunfache, — die an Länge ziemlich variable Stielanlage nicht mitgerechnet —; auch nach vollendetem Wachsthum bleibt jenes etwa 2mal länger als das letztere; die Taschen behalten daher im Verhältniss zu den Dimensionen des ganzen Sprosses etwas kürzere und breitere Gestalt bei; die Gesammtform des Sprosses, welche aus der länglichen zur Zeit der überwiegenden Entfaltung des zweiten Sprossglieds in eine quer breitere übergegangen war, wird mit der schliesslichen Längsstreckung des ersten wieder etwas länglich. Bei *L. trisulca* endlich, wo in Folge des oben erwähnten Verhaltens zur Zeit der grössten Längendifferenz das Verhältniss der beiden Glieder bis auf 1:20 steigen kann, gestaltet es sich zur Zeit des vollendeten Wachsthums der in ihrer Gesammtform ziemlich variablen Sprosse ziemlich verschieden, bald mehr vergleichbar dem bei *L. minor* (1 : 1,5), bald dem bei *L. gibba* (1 : 2,2).

Die vorstehenden Notizen geben nur die allgemeinsten Resultate grösserer Reihen von an den verschiedenen Arten und an den verschiedenen Theilen ihrer Sprosse in den verschiedenen Entwicklungsstadien unter gleichzeitiger Berücksichtigung der beiden Hauptmomente des Wachsthums und ihres vorzugsweisen Eingreifens in den betreffenden Perioden angestellten Messungen. Der Versuch, die erhaltenen Zahlen specieller und mehrseitiger zu verwerthen, erschien mir nicht durchführbar, vorzüglich wegen des offenbaren vielfachen Ineinandergreifens von intercalarer Zellenvermehrung und Zellendehnung in nahe an einander grenzenden Partien, und ich konnte mich aus diesem Grunde auch nicht entschliessen, eine Eintheilung des ganzen Vorgangs in einige discrete Stadien, wie sie sich allenfalls darbieten und wie sie wohl der Uebersicht förderlich erscheinen würde, zu wagen.

Sprossstiel.

Als das Product von in rückläufiger Richtung vorschreitenden intercalaren Theilungsvorgängen stellt sich auch die im Bisherigen nicht berücksichtigte stielförmig verschmälerte Basis der Sprosse, mindestens so weit sie mit dem sich ablösenden Tochterspross in Verbindung bleibend als eigentlicher Sprossstiel in die Augen fällt, dar. In manchen Fällen, wo dieser Theil sehr kurz bleibt, wie dies oft bei *Lemna minor, gibba* u. a. vorkommt, ist die Zahl der erfolgenden Zelltheilungen eine beschränkte; allein niemals unterbleiben sie ganz. Sie betreffen bei den ebengenannten 2 Arten nicht die Hauptmasse der ursprünglichen Stielanlage, zu der sich in der früher (p. 47) angegebenen Weise die Basis des jugendlichen Sprosses abgegrenzt hat, sondern die Entwicklung geht aus von der vordersten Zelllage derselben, welche an den Sprosskörper unmittelbar grenzt. Hier beginnen in einer verhältnissmässig späten Periode, d. h. nachdem das Querwachsthum des Sprosskörpers in seinem hintersten Theil im Wesentlichen abgeschlossen ist und die Querdehnung dort begonnen und den Körper schärfer von der Stielanlage abgegrenzt hat, plötzlich zur Längsaxe des Sprosses quere Scheidewände aufzutreten, welche sich in basipetaler Richtung wiederholen, und welchen eine in derselben Richtung schnell vorschreitende, von dem Erscheinen von Stärke begleitete Dehnung weniger in Richtung der Dicke als in der der Länge folgt, daher die Zellen des sich so bildenden Stiels in Längsreihen angeordnet und in longitudinaler Richtung je weiter nach vorn um so mehr gestreckt zu sein pflegen. Es erfolgt nebenbei in dem neugebildeten Gewebsstück auch eine mässige Zahl von Längstheilungen, doch bleibt der Uebergang des Stieles in den Körper ein schroffer, und der Stiel verschmälert sich nur an seiner hintersten Basis leicht in Folge der hier nicht zur Vollendung kommenden Dehnung. Sowohl bei *L. minor* als bei *L. gibba* sah ich Sprossstiele von 1,25—1,3^{mm} Länge, $^1/_3$ bis mehr als halb so lang als die zugehörigen Sprosskörper; in dem extremsten Fall bei *L. minor*, welcher mir aufstiess, war der Stiel 1,57^{mm}, der Körper 2,178^{mm} lang, sie verhielten sich also wie 1 : 1,4.

An all den angegebenen Vorgängen hat die ursprünglich differenzirte Stielanlage, zwischen welche und den Sprosskörper sich ein Gewebsstück eingeschaltet hat, nicht blos keinen Antheil genommen, sondern sie ist vielmehr den Veränderungen in dem anstossenden Gewebe des Muttersprosses gefolgt; ihre Zellen sind gealtert, ziemlich stark gedehnt, inhaltsleer und derbwandig geworden; der eingeschobene Theil vermag dadurch, dass er seine Längsreihen von Zellen mässig vermehrt hat, der auf Streckung beruhenden Verdickung des älteren zu folgen. Dieses gegenseitige Verhältniss ändert sich aber zu Gunsten des neugebildeten, sobald die Dehnung nun auch nach hinten vorschreitend das jüngste Stück des letzteren ergreift; die beiden aneinandergrenzenden Flächen, einerseits die des alten passiv quergespannten, andererseits die des jugendlichen, mit activem Ausdehnungsbestreben begabten Theils behindern sich gegenseitig in einer Weise, die den Verband lockert, und es bedarf nun nur noch eines leichten äusseren Anstosses, um die Trennung zu Stande zu bringen. Diese erfolgt somit, wie Längsschnitte durch Stiele von voraussichtlich bald sich ablösenden Sprossen nebst der zugehörigen Partie

ihres Muttersprosses bei *L. minor* und namentlich *gibba* lehren, in der Continuität des Zweiges, nicht an dessen hinterster Basis; man sieht mit dem Muttersprosse ein bis zu ⅓ des eingeschalteten Stückes (oft viel weniger) messendes Stielstück — eben die ursprüngliche Sprossstielanlage — in Verbindung bleiben, von dem zuletzt gebildeten, noch kleinzelligen Gewebe jenseits durch eine Demarcationsfläche getrennt.

Etwas anders in mehrfacher Beziehung zeigt sich der entsprechende Vorgang bei der mit einem besonders langen Sprossstiel ausgestatteten *L. trisulca*; der sich weiterbildende Quergürtel von Zellen liegt nicht an der vordern Grenze der Anlage des Sprossstiels, welche sich ohnehin nicht durch eine Gewebsfalte (p. 47) von dem Sprosskörper abgegrenzt hat, sondern an deren Basis, an der Insertionsstelle am Muttersprosse. Die Stielanlage wächst daher an ihrem hintersten Ende in die Länge, während, wie oben die Dehnung in derselben basipetalen Richtung unter Erscheinen von Stärke und in einzelnen Zellen von Rhaphidenbüscheln vorschreitet; ferner gesellen sich bei *L. trisulca*, je näher am Sprosskörper, um so mehr Längstheilungen zu den queren, daher der Stiel sich auch nach vorn nicht blos dem Maass, sondern auch der Zellenzahl nach verbreitert und der Sprosskörper allmählich in den Stiel vorgezogen erscheint. In der Axe des neugebildeten Stielstückes (VI, 2) entwickelt sich von dem des Sprosskörpers aus ein zartes Prosenchymbündel (VI, 3) mit einer Ringzellenreihe, welche jedoch bald bei der meist sehr beträchtlichen Längsstreckung des Stielgewebes ganz unkenntlich wird. Eine Folge der angegebenen Vorgänge ist, dass man bei Längsschnitten durch die Gegend der Insertion des Stiels erwachsener Sprosse die Demarcationslinie nicht in der Continuität des Stiels trifft, sondern an dessen Ursprungsstelle selbst; ausserdem schreitet die Zellendehnung in dem hintersten Theil nur langsam vor, und dies ist es, was wohl vorzüglich bei dieser Art das lange Vereinigtbleiben der Individuen, wie es die Erfahrung zeigt, ermöglicht.

Vergleicht man die geschilderten Vorgänge mit Dem, was wir über die dem Abfallen der Blätter und ähnlichen Zusammenhangstrennungen vorausgehenden Veränderungen in den Geweben wissen,[1]) so ist eine entschiedene Analogie zunächst mit *L. minor* und *gibba*, und mit einer leichten Modification auch mit *L. trisulca* unverkennbar. Dort entwickelt sich über der eigentlichen Blattstielbasis eine Trennungsschicht aus einer sich verjüngenden und theilenden Zelllage; im vorliegenden Fall entspricht jener Trennungsschicht der ganze Sprossstiel, so weit er in Zusammenhang mit dem Tochtersprosse bleibt, und wir hätten somit einen, wenn man die gegenseitigen Grössenverhältnisse der in Betracht kommenden Theile berücksichtigt, namentlich bei *L. trisulca* zum Extrem gesteigerten Process jener Art vor uns. Dass der zurückbleibende Stumpf bei *L. minor* und *gibba* seinerseits auch durch eine Korklage von dem Muttersprosse sich abgrenzen würde, ist niemals zu finden; dieser Theil geht nach der erfolgten Dehiscenz durch Verschrumpfung und Zersetzung zu Grund, und dasselbe Schicksal hat der Stiel des Tochtersprosses bei *L. minor* und *gibba*, während bei *L. trisulca*, wenn auch ein allmähliches Absterben von rückwärts her eintritt, doch dasselbe nicht leicht bis zur Basis des Sprosskörpers, so lange

1) v. Mohl, Bot. Ztg. 1860, p. 1 ff.

dieser vegetirt, vorschreitet. Bricht man bei frischen Exemplaren von *L. gibba* und *minor* einen Tochterspross, der voraussichtlich bald sich vom Mutterspross ablösen würde, von diesem ab, was einen gewissen Zug erfordert, so erfolgt die Zusammenhangstrennung meist, wofern nämlich nicht gerade der Zeitpunct der natürlichen Trennung genau getroffen worden ist, nicht an der Demarcationslinie, sondern an der Basis des alten Stielstückes, und man trifft die Demarcationslinie in der Continuität des abgebrochenen Stiels gelegen, zum Zeichen, dass die letzte die Ablösung einleitende Dehnung rasch eintritt. Macht man das Experiment mit einem freipräparirten, aber noch am Mutterspross haftenden Sprossstiel einer in Alkohol getödteten Pflanze einer dieser Arten, in welchem die Dehnung des neugebildeten Stückes beinahe bis zu den hintersten Zellen vorgedrungen ist, so reisst er ebenfalls eher *in toto* ab, als dass er sich an der Demarcationsfläche trennte, zum Beweis, dass es mit dem Vegetationsprocess in Verbindung stehende Kräfte der Spannung sind, welche die Zusammenhangstrennung vorbereiten. Die Anlässe, welche dieselbe vollends herbeiführen, sind nicht blos äussere, wie Wind, Regen u. dgl., sondern sicher häufig auch innere, in dem Hervorbrechen eines Enkelsprosses und der dadurch bedingten Raumbehinderung gelegene; die untergetaucht lebende *L. trisulca* befindet sich auch in diesen beiden Beziehungen in Verhältnissen, die die Trennung der Individuen weniger begünstigen.

In die Zeit unmittelbar nach vollendeter Streckung des Gewebes der Taschen pflegt das Hervortreten des geförderten Tochtersprosses zu fallen; immer sieht man sein Wachsthum in früheren Perioden so hinter dem des Muttersprosses zurückbleiben, dass sich mehr als hinreichend Raum für ihn in der Höhle findet, welche ihn umschliesst; jetzt aber wird durch die schnell gesteigerte Vorschiebung seiner Spitze die Taschenwandung gerade an dem kantenförmigen Sprossrand weit aufgeschlitzt und die früher vorhandene kurze und enge Spalte (V, 17; X, 1) in einen die ganze Länge des Taschenrandes einnehmenden Riss verwandelt. Erleichtert wird die Aufschlitzung dadurch, dass das Dickenwachsthum der Taschenwandungen die Randpartie nicht betrifft, diese daher (VI, 6) nur aus den dem Vorgang ihrer Anlegung zufolge vorhandenen 2 Zellschichten besteht. Bei *L. trisulca* verhält sich die Sache insofern etwas anders, als die hier frühzeitig sehr vorgeschrittene Längenentwicklung des 2ten Sprossglieds des Tochtersprosses schon zeitig dessen Spitze an den geschlossenen Taschenrand anstossen lässt; man sieht dieselbe alsdann sehr gewöhnlich, ausser Stand das noch jugendliche Gewebe zu durchbrechen, sich etwas abplatten und den ganzen Tochterspross nach dem Ort des geringsten Widerstandes, d. h. von der nach rück- und auswärts gehenden Richtung ab- und mehr nach auswärts, wo sich Raum genug bietet, gelenkt werden, bis endlich das gedehnte und nicht mehr widerstandsfähige Gewebe den Durchbruch ermöglicht. Der Zeitpunct, in welchem dieser auf der andern, nicht geförderten Seite erfolgt, ist bei dem Umstand, dass der dortige Tochterspross in sehr wechselndem Maass hinter dem älteren zurückbleibt, ein äusserst verschiedener; bei *L. minor* und *gibba* bleibt die Tasche hier nach vollendeter voller Ausbildung noch längere Zeit oder selbst zeitlebens ungeschlitzt; bei *L. trisulca* dagegen kommt dies wenigstens unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht leicht vor, weil bei dieser Art, wie schon das bekannte Aussehen der Stöcke lehrt, die beiden Zweige eines Muttersprosses mehr als bei den andern Arten

annähernd gleichen Schritt halten. In solchen aus zahlreichen Individuen zusammengesetzten Stöcken der genannten Art wird das Aufeinanderstossen der einzelnen Sprosse, wie es durch den fast rechtwinkligen Abstand der Tochtersprosse von ihren Muttersprossen sonst unvermeidlich gemacht würde, verhindert durch leichte, manchmal aber auch auffälliger werdende Axendrehungen der Sprossstiele, deren Richtung eine wechselnde ist und in den näher untersuchten Fällen deutlich mit der stärkeren Wirkung der Schwerkraft auf die geförderten Theile der Stöcke zusammenhing.

Aeussere morphologische Verhältnisse.

Die Form der Sprosse sämmtlicher Arten von *Lemna* ist eine asymmetrische dadurch, dass die eine Seitenhälfte, und zwar die den vorgeschritteneren Tochterspross tragende, somit die der Insertion des ersten Gliedes des supponirten Blattwirtels entsprechende, welche im Folgenden die ältere zu nennen gestattet sein möge, im Wachsthum etwas gefördert, die andere (jüngere) darin etwas zurückgeblieben ist. Obwohl daher die Asymmetrie erst ziemlich spät deutlich hervortritt, so lässt sich doch schon in frühen Entwicklungsstadien durch Vergleichung der beiden Tochtersprosse die Lage der künftig geförderten Hälfte und die Richtung der Blattspirale ermitteln. Denkt man sich die letztere dem kurzen Weg folgend, so wird unter der nachher zu erwähnenden Voraussetzung (p. 60) ein der gewöhnlichen Bezeichnung nach linksumläufiger Spross seine geförderte Seite zur rechten Hand, ein rechtsumläufiger sie zur linken Hand haben. Man kann mit leichter Mühe das Vorkommen beider Fälle bei jeder einzelnen Art constatiren (einerseits V, 18. 19; VI, 1. 20; VII, 1—3. 9; VIII, 3; IX, 13; andererseits VII, 10; VIII, 1. 2; IX, 12; XIII, 10). Die Asymmetrie ist allerdings am meisten in die Augen fallend bei den exotischen *Lemnae: L. paucicostata*,[1]) *perpusilla*, *valdiviana*, *angolensis*, bei welchen der Rand der geförderten Seite eine starke Convexität, namentlich am basalen Theil, beschreibt, während der der andern sich mehr einer geraden Linie nähert oder stellenweise selbst etwas concav ausfällt, und der ganze Spross, unter starker bogenförmiger Krümmung des Mittelnerven mit der Convexität nach der geförderten Seite, eine bei Betrachtung von der Fläche mitunter leicht sichelförmige Gestalt gewinnt. Aber auch bei *L. gibba* und *minor* ist stets ein wenn auch leichter Unterschied in der Convexität der zwei Seitenränder und namentlich eine leichte Knickung des Mittelnerven in der Gegend des Knotens — zum Beweis, dass es wesentlich die kräftigere Entwicklung der einen Tasche ist, was die Asymmetrie bedingt — unverkennbar; hierzu kommt noch eine Deviation des etwa vorhandenen Sprossstiels nach der jüngern Seite unter Bildung eines Winkels von bis zu 25° mit der nach rückwärts verlängerten Axe des Sprosskörpers. Bei *L. trisulca* pflegt die ganze Axe des Sprosskörpers verbunden mit dem Stiel einen sanften Bogen zu beschreiben und ausserdem namentlich die Basis des Sprosskörpers fast immer eine auffallend asymmetrische Entwicklung zu zeigen.

---

1) Griffith a. a. O. p. 215, wo von einem convexen den Tochterspross und einem concaven die Blüthe tragenden Rand ganz richtig die Rede ist.

Sprossfolge und Blattstellung.

Es ist Regel, dass ausser dem primären Achselspross jeder Sprosshälfte einige Zeit nach demselben sich noch ein accessorischer Spross[1] aus dem Knotengewebe entwickelt. Weder die Zeit seines Auftauchens im Verhältniss zum Entwicklungsgrad des Hauptsprosses, noch die Raschheit seines Weiterwachsens, noch der Umstand, ob er überhaupt zur Selbstständigkeit sich entwickelt oder nicht, bindet sich an auffindbare feste Regeln, und es hängt dies Alles offenbar von den individuellen Lebensverhältnissen des Muttersprosses ab. Thatsache ist, dass er häufig zur Weiterentwicklung gelangt, noch häufiger aber klein bleibt und mit dem Muttersprosse zu Grunde geht, wogegen es viel seltener vorkommt, dass seine Anlegung ganz unterbleibt. Sein Hervortreten erfolgt stets in aufsteigender Ordnung, er hat daher seinen constanten Platz über dem primären Spross, und zwar speciell über dessen älterer Seite; sehr gewöhnlich findet man ihn der Basis des Stiels des primären Sprosses auf der genannten Seite aufsitzend und sein medianes Gefässbündel mit dem des Hauptsprosses statt mit dem Knoten des Muttersprosses in Verbindung getreten.

Es ist bei der Schilderung der Keimung und des Samenbaues (p. 5. 22 darauf hingewiesen worden, unter welcher Form sich die Wendung der Blattspirale schon von diesem ersten Lebensstadium an kundgibt. Die beiden vegetativen Zweige jedes Muttersprosses sind nun aber unter sich stets syndrom und mit letzterem homodrom, und es ist somit durch die Entwicklung des Samens nicht blos die Blattwendung, sondern auch die Richtung der Asymmetrie der Form aller ihm entstammenden Generationsreihen vegetativer Individuen ein für allemal festgestellt,[2] um so mehr, da auch die accessorischen Sprosse dem Gesetz der Homodromie folgen. Ein links geförderter Spross wird, seltene Ausnahmsfälle etwa abgerechnet, lauter gleichgestaltete Nachkommenschaft haben. Der einzige Weg, auf welchem unter normalen Verhältnissen beiderlei Individuen sich gegenseitig erzeugen können, ist die geschlechtliche Fortpflanzung. In der That findet man nicht blos bei *L. gibba* in derselben Frucht Samen von beiderlei Wendung, sondern auch bei *L. minor, perpusilla, paucicostata* die Wendung des Samens von der des die Frucht tragenden Sprosses unabhängig. Je reicher und regelmässiger eine Art blüht und fructificirt, um so sicherer trifft man an einem Wohnort beiderlei Individuen gleichmässig gemischt und umgekehrt, was die Untersuchung von *L. paucicostata, perpusilla, angolensis* einerseits, *L. minor, gibba, trisulca* andererseits Jedem, der diese Untersuchung etwa zu diagnostischen Zwecken vornimmt, gelegentlich leicht bestätigen wird.

Wenn ein Spross zur Blüthe gelangt, so entwickelt er dieselbe stets nur auf einer, und zwar der jüngeren Seite, während die geförderte einen Tochterspross erzeugt[3] (V, 18:

1) dessen Existenz bei *L. minor* (und *polyrrhiza*) schon J. F. Wolff bekannt war (a. a. O. p. 5).

2) Der einzige mir bis jetzt bei mehrfachem Suchen, vorgekommene Fall von Antidromie betraf eine Keimpflanze von *L. trisulca*, wie dort (p. 22, Anm. V, 8) erwähnt wurde.

3) Wenigstens habe ich bei häufiger und vielfacher Untersuchung sämmtlicher mir bekannten *Lemna*-Arten im blühenden Zustand die Sache nie anders getroffen. Ich stehe daher nicht an, wofern die Angaben über Vorkommen von Blüthen auf beiden Seiten (Hoffmann a. a. O. p. 230 für *L. trisulca*) auf wirklicher Beobachtung beruhen sollten, derartige Fälle jedenfalls als wirkliche Ausnahmen anzusehen; dagegen gehört der Fall von nachträglicher Entwicklung des Beisprosses auf der Seite, welche geblüht hat, zu nichts weniger als den Seltenheiten, wie es nach der vorhin citirten Stelle scheinen könnte.

VI, 19. 20; VII, 2. 3. 9; VIII, 1. 2; IX, 12. 13); erst der Spross der letzten Blattachsel vermag sich zur Umwandlung in einen Blüthenspross aufzuschwingen; die vegetativen Tochtersprosse dagegen bilden eine schraubelartige Kette; übrigens kommt gerade auf der blühenden Seite besonders regelmässig die Anlegung eines vegetativen Beisprosses und sehr häufig seine Weiterentwicklung vor (VII, 10; XIII, 1).

Es dürfte jetzt der Ort sein, die Frage nach der speciellen Gestaltung der Sprossfolge bei *Lemna* und nach dem Verhältniss der Blattstellung des Mutter- zu der der Tochtersprosse aufzuwerfen. Es ist angeführt worden, dass der Ursprung der Tochtersprosse in einer Anordnung erfolgt, welche, wofern man nicht etwa die durch nichts weiter zu rechtfertigende Hypothese eines schon vor ihrem Zumvorscheinkommen überwiegend geförderten Wachsthums des Bauchtheils des Muttersprosses aufstellen will, nicht die Annahme eines nach ½ angeordneten Blattwirtels gestattet; dagegen sich mit der Annahme einer ⅓-Stellung sehr gut verträgt; ferner, dass die jugendlichen Tochtersprosse, indem sie sich nach aus- und rückwärts schlagen, eine solche Vertauschung ihrer Oberflächen erfahren, dass die der Rückenfläche ihres Muttersprosses zugekehrten Flächen, welche bei Unterbleiben einer solchen Veränderung der Flächen zu den Bauchflächen werden müssten, vielmehr wieder zu den Rückenflächen werden. Diese Lagerung der Tochtersprosse, ganz analog der bei *Wolffia*, wird, wie dort, durch die Vegetationsweise von *Lemna*, als horizontal auf der Wasserfläche und in steter Berührung mit ihr hinkriechender Pflanze, in Verbindung mit der eigenthümlich modificirten Gestalt ihrer Axe, nothwendig gefordert und erscheint also im höchsten Grade zweckmässig; es wäre schwierig zu denken, wie unter den gegebenen Umständen diese Pflanzen auf andere Weise dazu kommen sollten, ihre stets horizontale Wachsthumsrichtung unter steter Wendung der morphologisch gleichen Oberflächentheile der einzelnen Sprosse gegen den Wasserspiegel, beziehungsweise die Atmosphäre, durchzuführen. Der Analogie mit *Wolffia* gemäss, mit welcher Gattung sich sofort eine entschiedene Aehnlichkeit ergeben wird, sowie auch für eine ungezwungene Anschauungsweise des Uebergangs der Blattspirale auf die beiden Tochtersprosse ist nun die Ergänzung eines Vorblattes für jeden der letzteren erforderlich; bei *Lemna* ist dieses supponirte Vorblatt unfruchtbar, während es bei *Wolffia* den Tochterspross in seiner Achsel trägt. Denkt man sich nun von diesem eine Protaxis an jedem Zweiganfang einleitenden, nach hinten — also in der Mediane der Rückenfläche des Tochtersprosses — gestellten Vorblatt aus den Uebergangsschritt zum dreizähligen Blattwirtel durch die gewöhnliche Prosenthese ½ vermittelt, so würden die Blätter 1 und 3 des Wirtels, wie bei *Wolffia*, nach oben, das zweite unfruchtbare auf die Bauchfläche zu stehen kommen; die beiden aus der Rückenfläche entspringenden Tochtersprosse wurden unmittelbar den beiden Blüthensprossen von *W. Welwitschii*, oder der geförderte, aus der Achsel des ersten Blattes entspringende dem einen Blüthenspross der andern Wolffien entsprechen. Zugleich wird durch diese Betrachtungsweise auch die Keimung von *Lemna* verständlich werden; der Cotyledo von *Lemna*, als auf der Rückenfläche der gerade gestreckt gedachten Keimaxe entspringendes Blatt, wird dem supponirten Vorblatt der gewöhnlichen vegetativen Axen, der einzige Tochterspross der *Plumula* dem einen Blüthenspross der meisten Wolffien analog sein. Es wird sich ferner der Uebergang der Blattspirale auf die

Tochtersprosse und das homodrome Fortlaufen an diesen ohne alle Schwierigkeit ergeben, und die etwaige Einwendung, dass ein Blattwirtel mit fruchtbarem erstem und drittem und unfruchtbarem zweitem Blatt nicht wahrscheinlich sei, wird kaum grosses Gewicht haben gegenüber der einfachen und gewiss berechtigten Betrachtung, dass ein nach unten entspringender Zweig bei der Lebensweise aller Arten von *Lemna* mit Ausnahme der *L. trisulca* offenbar im höchsten Grad unzweckmässig und dem sichern Untergang verfallen wäre.[1] Gelangt ein Spross zum Blühen, so würde nach Obigem der Blüthenspross aus der Achsel des jedenfalls letzten Blattes entspringen.

Wasser- und Luftsprosse.

Unter allen bekannten Arten von *Lemna* ist *L. trisulca* die einzige, deren nicht blühende Sprosse untergetaucht leben, und, was damit in Verbindung steht, deren blühende überdies in mehreren Puncten sich von den erstern unterscheiden. Die beiderlei Sprosse lassen sich zweckmässig als Luft- und Wassersprosse bezeichnen; die Luftsprosse schliessen sich, entsprechend ihrer Vegetation auf dem Wasserspiegel, in den in Betracht kommenden Beziehungen derart an die eingestaltigen Sprosse der übrigen Arten an, dass man trotz ihrer geringeren Häufigkeit sie als die so zu sagen typischen anzusehen haben wird. Wie Hoffmann[2] gezeigt hat, sind die Luftsprosse (V, 18. 19) kürzer und schmäler, hängen weniger innig zusammen und krümmen sich in der Weise, dass ihre Spitze in das Wasser taucht und nur die mit einer Anzahl von Spaltöffnungen versehenen hintern $^2/_3$ ihrer Rückenfläche in Contact mit der Atmosphäre stehen. Hiezu kommt aber noch, dass ihr Gewebe in demselben Umfang wie das der Sprosse anderer Arten, nämlich nicht blos im Bereich des zweiten, sondern auch in dem des ersten Sprossglieds Lufthöhlen bildet und dass die Wurzel sich rascher zu einer gewissen, wenn auch mässigen Länge entwickelt; endlich bietet die Oberhaut der Rückenfläche in ihrer Structur eine noch unten zu erwähnende, weder bei den Wassersprossen noch bei den übrigen Arten wiederkehrende Eigenthumlichkeit dar. Die Wassersprosse bei *L. trisulca* zeigen nämlich gegenüber sämmtlichen andern *Lemna*-Sprossen das Unterscheidende, dass die Lufthöhlenentwicklung nach rückwärts vom Knoten und im ganzen Gewebe der Taschen, mit einer scharfen Grenzlinie abschneidend, unterbleibt (VI, 1), indem sich während des intercalaren Flächen- und Dickenwachsthums des ersten Sprossgliedes die Zellen seines Gewebes nicht blos in bestimmten Richtungen, sondern allseitig vermehren, und es kann kein Zweifel sein, dass der hiedurch erzielte Ueberschuss von specifischem Gewicht gerade hinreicht, die Lage dieser Pflanzen unter dem Wasserspiegel zu sichern; ebenso steht ohne Zweifel mit ihrer Lebensweise die Erscheinung in Zusammenhang, dass die Wurzeln sich sehr langsam entwickeln, gewöhnlich längere Zeit in starkem Missverhältniss zur Grösse der sie tragenden Sprosse bleiben und, wenn entwickelt, meist von kurzer Dauer sind. Andererseits nehmen an den die *L. trisulca* gegenüber anderen Arten auszeichnenden

1) Es ist vielleicht erlaubt, hier auch an die allgemein bekannten Fälle von Ausbildung nur der zwei nach oben gekehrten Blattzeilen bei Pflanzen mit 3zeiliger Blattstellung, nicht blos bei vielen Jungermanniaceen, sondern auch z. B. bei *Marsilia* (J. Hanstein in Pringsh. Jahrb. IV, 242), wo der dritten Seite Wurzeln entstammen, zu erinnern. Bei *Salvinia* bilden sich die zwei obern Blätter der dreigliedrigen Blattwirtel zu Luftblättern, das untere zu einem ganz anders gestalteten Wasserblatt aus (Pringsheim, ebend. III, 488).

2) a. a. O. p. 230.

Eigenthümlichkeiten der subepidermidalen Schicht auch die blühenden Sprosse Antheil: der Gegensatz zwischen Oben und Unten existirt weder bei den Luft- noch bei den Wassersprossen dieser Art in der genannten Zellenschicht. Die Spaltöffnungen finden sich im Allgemeinen bei den Luftsprossen der *L. trisulca* in viel geringerer Anzahl als bei den andern Arten, doch steigt ihre Zahl auf 30—50; sie entwickeln sich in beträchtlichster Menge auf der Decke der einen Tochtersprass bergenden Tasche der geförderten Seite, in geringerer Menge auf der Decke der andern Tasche und auf dem Mittelstück zwischen beiden; aber selbst der vordere Theil des Sprosses zeigt sehr gewöhnlich einige Spaltöffnungen, so dass dieselben häufig noch den Theil des Sprosses einnehmen, welcher durch die erwähnte negativ heliotropische Krümmung seiner Längsaxe, deren Grad übrigens sehr grosse Verschiedenheit zeigt, unter Wasser kommen muss. Eine Eigenthümlichkeit dieser Spaltöffnungen der *L. trisulca* ist ihre auf einem und demselben Spross sehr wechselnde Grösse; ferner ist erwähnenswerth, dass, ganz gegen die Gewohnheit der *Lemnae*, ihre Schliesszellen bei den Pflanzen von einem der Fundorte, von welchen ich sie in frischem Zustand zur Untersuchung bekam, häufig eine Reihe stärkehaltiger Chlorophyllkörner selbst noch im ganz erwachsenen Zustand enthielten, die erst bei den ältesten und schon in beginnender Fruchtentwicklung begriffenen verschwunden waren, sich übrigens bei Pflanzen von einem andern Fundort nicht vorfanden, ohne dass ich eine Vermuthung über den Grund dieses verschiedenen Verhaltens haben könnte.

Biologisches.

Die Gründe, warum manche *Lemnae* ungern oder nicht überall blühen und die Umstände, welche die Entwicklung der Blüthen zu begünstigen vermögen, sind zwar nicht bekannt, aber sicher ist einerseits, dass manche aussereuropäische zugleich durch stärkere Asymmetrie der Gestalt der Sprosse ausgezeichnete Arten *L. paucicostata*, *perpusilla* und wahrscheinlich auch *angolensis* und *valdiviana*, im Verhältniss häufiger blühen und Frucht tragen, andererseits, dass die drei europäischen Arten besonders an solchen Orten fruchtbar sind, welche überhaupt ihrem Gedeihen durch ebene Beschaffenheit des Terrains und Wasserreichthum förderlich sind, und an welchen sie daher massenhaft und gesellig wachsen; es ist dies namentlich bei *L. gibba* sehr auffallend, bei welcher man da, wo sie in grossen Mengen unvermischt vorkommt, nicht leicht Blüthen vermissen wird, und welche, wie es scheint, in den wärmeren Theilen Europa's regelmässiger als in den kühleren zur Blüthe gelangt. Von den zwei andern mag allerdings *L. trisulca* etwas seltener als *L. minor* blühen, doch gehören die Blüthen jener zu nichts weniger als zu den Seltenheiten;[1]) sie entwickeln sich, so weit meine seitherigen Beobachtungen reichen, am ehesten an warmen, schattenlosen Standorten der Pflanze und zwar, wenn einmal die Umstände günstig sind, gleich in grosser Anzahl; dagegen habe ich *L. minor* im Schatten reichlich blühen und fructificiren gesehen. Die Erscheinung des geselligen Blühens gilt von den andern Arten in ähnlicher Weise. Hat ferner einmal ein Individuum den aus seiner letzten Blattachsel kommenden Spross zu einem Blüthenspross gestaltet, so gibt dies den Anstoss zu der Entstehung eines

1) Ich habe sie in den 3 Frühjahren 1863, 1864, 1866 zur Untersuchung erhalten, zweimal durch eigenen Fund, einmal durch Zusendung.

ganzen blühenden Stockes, indem fast sicher der der andern Seite entstammende Tochterspross ebenfalls blüht und sich dies durch eine Anzahl Generationen wiederholt, und indem ferner auch in den Beisprossen Blüthen angelegt werden. Bei keiner Art scheint dies constanter der Fall zu sein als bei *L. trisulca*, bei welcher die Luftsprosse ganzen Ketten von weiteren Luftsprossen zum Ausgangspunct dienen. Bei der frühen Blüthezeit dieser Art und bei der Anlegung der Blüthen in den jüngsten Entwicklungsstadien der sie tragenden Sprosse ist es sicher, dass die Ursachen der Entwicklung von Blüthen in günstigen, sei es Witterungs- oder sonstigen Einflüssen in der vorjährigen Vegetationsperiode zu suchen sind; man sieht alsdann die ersten im Frühjahr entwickelten, auf beiden Seiten einen blühenden Tochterspross tragenden Individuen in anatomisch-morphologischer Beziehung entweder selbst noch als Wassersprosse sich verhalten, oder aber in dem Besitz der Spaltöffnungen, der heliotropischen Krümmung, der Verbreitung der Lufthöhlen und der äussern Form bereits an den Eigenthümlichkeiten der Luftsprosse Antheil nehmen. Die Entwicklung von Blüthen an einem Spross kann hiernach unter Umständen auf die Ausbildungsweise seines Muttersprosses modificirend zurückwirken, vermuthlich dann, wenn der mit Anbruch des Winters eintretende Stillstand der Vegetation jenen auf noch hinreichend jugendlicher Entwickelungsstufe getroffen hatte. Wie das Vorschreiten der Pflanze zur Entwicklung von Luftsprossen in der angeführten Weise ein nicht unvermitteltes ist, so auch das Zurücksinken in die Hervorbringung von Wassersprossen. Die Cultur im Zimmer wenigstens führte, nach Entwicklung einer Reihe von Generationen mit Blüthenanlagen, welche zum Theil im Zusammenhang mit einander und mit dem der ganzen Kette als Ausgangspunct dienenden Wasserspross geblieben waren und daher keinen Zweifel über ihr gegenseitiges Verhältniss aufkommen liessen, in der zweiten Hälfte des Sommers wieder zur Hervorbringung grösserer, langgestielter, die Spaltöffnungen und mehr und mehr die Lufthöhlen im hinteren Theil verlierender Sprosse, deren letzter sich nach beiden Seiten vegetativ verzweigte und thatsächlich sich in allen Puncten wieder als gewöhnlicher Wasserspross verhielt. Die geringere Grösse der Luftsprosse beruht theils auf schwacher Entwicklung des Sprosskörpers in Länge und Breite, theils auf fast unterbleibender oder unbedeutender Stielbildung; die Randzähne erhalten sich, werden aber oft kleiner und stumpfer, so dass der Rand etwa nur noch ausgeschweift erscheint; die lufthöhlenfreie oft sehr breite Randpartie der Wassersprosse fehlt dagegen mehr oder weniger vollständig, daher der Spross in seiner ganzen Ausdehnung cavernös wird; während endlich die ersten Generationen an Grösse des Körpers noch den Wassersprossen vergleichbar sind, wird ihre Nachkommenschaft immer kleiner, und schliesslich entstehen Pflänzchen, welche, auch vollständig ausgewachsen und mit wohlgebildeten Fructificationsorganen versehen, mittelgrossen Individuen der *L. minor* auf den ersten Blick äusserst ähnlich werden können.

Abgesehen von dem erwähnten Fall bei *L. trisulca* sind von den *Lemna*-Arten nur einerlei Sprosse bekannt; namentlich sind die überwinternden Sprosse der *L. minor* und *trisulca* durchaus von der Form und inneren Structur der im Sommer vegetirenden, nur dass sie im Herbst, beim Stillstehen der Weiterentwicklung, sehr gewöhnlich im jugendlichen Zustand und bei geringerer Grösse als sonst von ihren zu Grunde gehenden Muttersprossen sich lösen und alsdann in Form vereinzelter, kleiner Individuen an ihren Standorten vegetiren; die von *L. minor*

sind dabei auch mit sehr kurzen Wurzeln versehen und mögen gerade in diesem Zustand zu den bekanntlich mehrfach vorgekommenen Verwechslungen mit *Wolffia arrhiza*[1] Veranlassung gegeben haben; allein man trifft sie, wie im Sommer, auf dem Wasserspiegel, so lange er nicht zugefroren ist, schwimmend; unter den Wasserspiegel gedrückt steigen sie wieder an die Oberfläche; ebenso nehmen die der *L. trisulca* ihren gewöhnlichen Ort unter dem Wasserspiegel, aber nicht nothwendig auf dem Grund des Wassers ein.[2] Mit dem Wiedererwachen der Vegetation wird die Weiterentwicklung der in der vorausgehenden Periode angelegten ineinandergeschachtelten Sprossgenerationen einfach aufgenommen und erfolgt nun in den ersten Frühlingswochen mit überraschender Schnelligkeit, was, zusammengehalten mit der sehr gelichteten Anzahl der Pflänzchen während des Winters, den Gedanken an ein Niedersinken und Wiederaufsteigen derselben wohl zu erwecken im Stande war. Auch bei *L. gibba*,[3] welche ich zu den verschiedensten Zeiten zwischen Frühjahr und Herbst beobachtete, konnte ich niemals die Anwesenheit eigenthümlich beschaffener Wintersprosse constatiren, und was die exotischen in dieser Richtung noch nicht studirten Formen betrifft, so ist wenigstens kein bestimmter Grund vorhanden zu der Annahme, dass sie sich wenigstens da, wo sie das ganze Jahr hinreichend Wasser treffen und nicht etwa in Folge der Austrocknung des Wohnorts sich nur durch Samen zu erhalten vermögen, anders als die europäischen verhalten; abgesehen davon, dass von den wärmere Erdstriche bewohnenden Formen ohnehin eine Production von Ueberwinterungssprossen nicht anzunehmen ist.

Die energischste Production von Sprossen fällt bei den Lemnen jedenfalls in die ersten Wochen nach dem Wiedererwachen der Vegetationsthätigkeit; man sieht im Frühjahr in kürzester Zeit den dünnen von den kleinen und sparsamen überwinterten Sprossen gebildeten Ueberzug der Wasserspiegel sich in einen dichten grünen Teppich verwandeln,[4] der dann die übrige Vegetationsperiode hindurch sich nicht mehr auffallend verändert. Für die Entwicklung der einzelnen Sprosse lässt sich ohne Zweifel kein bestimmtes Zeitmaass angeben, es dürfte mit der Gunst der äussern Verhältnisse sehr wechseln; jedenfalls gilt dies von der Lebensdauer des einzelnen Sprosses von der Zeit an, wo er seine volle Ausbildung erreicht hat: unter ungünstigen Umständen, nicht blos in der Zimmerkultur, bei welcher allerdings die Lemnen nie so kräftig wie im Freien vegetiren, sondern auch an den natürlichen Standorten dieser Pflanzen kann es ge-

1) Die kritische Zusammenstellung der hierauf bezüglichen älteren Literatur s. bei Hoffmann a. a. O. p. 223 ff.

2) Ich konnte somit nach dem in den letzten Wintern Beobachteten so wenig als Hoffmann (a. a. O. p. 232), dessen Zweifel an der Genauigkeit seiner eigenen Beobachtungen gewiss nicht gegründet war, die Angaben von Meyen (N. Syst. d. Pflanzenphys. III, p. 51) und Schleiden (Linnaea XIII, p. 388 Anm.) von auf den Grund sinkenden Wintersprossen unserer *Lemnae* bestätigt finden. — Was die von Meyen a. a. O. erwähnten »auf der Oberfläche der *Lemna*-Blätter entstehenden und sich zu neuen Pflanzen entwickelnden Tuberkeln« sein sollen, ist schlechterdings unverständlich.

3) Die Ueberwinterung selbst habe ich bei dieser in der Umgebung Tübingens fehlenden und im Gegensatz gegen alle andern europäischen Lemnaceen bei der Zimmercultur ziemlich schnell zu Grunde gehenden Art nicht beobachten können; allein auch Hoffmann konnte (a. a. O. p. 231) keinen Unterschied von *L. minor* und *trisulca* constatiren.

4) Bei keiner Art scheint unter günstigen Verhältnissen die vegetative Vermehrung rapider vor sich gehen zu können, als bei *L. gibba*; eine Wasserfläche von etwa $^1/_2$ Morgen, welche am 10. Juni 1867 einen aus Pflanzen dieser Art bestehenden Saum von wenigen Fussen Breite gezeigt hatte, war am 29. desselben Monats fast in ihrer ganzen Ausdehnung dicht mit solchen bedeckt. — Nach Mittheilungen von L. Haun pflegt sich die zum Theil aus Massen verschiedener *Lemna*- und *Wolffia*-Arten bestehende Vegetation der Canäle im Umkreis der Stadt Mexico nach deren Ausräumung innerhalb weniger Tage vollständig zu erneuern.

schehen, dass der Verlust durch das schnelle Zugrundegehen der Muttersprosse den neuen Zuwachs an Tochtersprossen überwiegt. An keine bestimmte Regel ist endlich auch der Umstand gebunden, ob ein Spross alle in ihm angelegten 4 Tochtersprosse, was jedenfalls nur selten vorkommt, oder nur einen Theil derselben zur Entwicklung bringt; ein Muttersprass, der es zu der Entwicklung eines der Beisprosse gebracht hat, wird in der Regel schon in altersschwachem und zum Absterben reifem Zustand getroffen.

Anatomie.

Die in Beziehung auf absolute Grösse bei den einzelnen Arten ziemlich wechselnden Sprosse der Lemnen sind auf ihrer Rückenfläche mit verschiedenartigen, mehr oder weniger characteristischen Vorragungen versehen, welche, obgleich mit den schwächsten optischen Hilfsmitteln erkennbar, doch der Aufmerksamkeit der seitherigen Beobachter zum grössten Theil entgangen zu sein scheinen. Die einzige Art, bei welcher ich nichts Derartiges auffinden konnte, ist *L. valdiviana*, möglicherweise blos deshalb, weil sie mir blos in eingetrocknet gewesenem Material zur Verfügung gestanden hat. Bei *L. trisulca* zeigt die Rückenfläche, in besonders auffälligem Grad bei denLuftsprossen, aber auch stets bei den Wassersprossen, eine Anzahl regellos zerstreuter knötchenförmiger Erhabenheiten (VI, 7), welche in queren Durchschnitten sich als sanfte aber ziemlich spitze Hügelchen darstellen, bedingt durch eine ganz locale Zunahme der Parenchymschichten des inneren Gewebes um eine, in Verbindung mit vermehrtem Dickedurchmesser der bedeckenden Epidermiszellen, deren nach aussen gekehrte Wandungen, wie auch bei den Randzähnen, überdies stärker verdickt sind. Eine Beziehung gewisser innerer Theile, der Sprossnerven oder der Scheidewände zwischen den Lufthöhlen des Gewebes zu der Lage dieser Höcker existirt nicht; sie finden sich sowohl auf dem zweiten als auf dem ersten Sprossglied und werden ohne Zweifel mit den dieser Art unter allen Gattungsverwandten eigenthümlichen Randzähnen in Parallele zu setzen sein, deren anatomischer Character nach dem darüber Gesagten, durch die verschiedene Oertlichkeit kaum modificirt, mit dem der Höckerchen übereinstimmt; beide zusammen gehören in die Reihe der gemeinhin als Stacheln bezeichneten Prominenzen. Alle andern Arten, am wenigsten ausgesprochen *L. gibba*, deutlicher *L. minor*, sodann *L. perpusilla*, *paucicostata*, *angolensis* besitzen einen der Länge nach in der Richtung des Mittelnerven auf dem Rücken ihres zweiten Sprossgliedes vom Knoten an nach vorn verlaufenden Kiel, nicht in Form einer vorspringenden Leiste, sondern in der einer leichten Kante, von welcher aus sich die beiden Seitenhälften der Rückenfläche nach rechts und links leicht abdachen, und auf welcher sich gewöhnlich wieder eine Längsreihe von kleinen Höckerchen erhebt. Dieser Kiel endigt nach vorn, bei *L. minor* z. B. zwischen 0,24 und 0,42 mm von der Sprossspitze entfernt, mit einer spitzen Prominenz, über deren anatomische Grundlage das von den Stacheln der *L. trisulca* Gesagte gilt, und von welcher aus man im Längsschnitt (VIII, 5; X, 2) die Sprossoberfläche ziemlich steil zur Spitze abfallen sieht. Am stärksten ist diese Vorragung entwickelt bei *L. angolensis* (VII, 9—11), bei welcher sie ihrem Entdecker[1]) auf den ersten

1) F. Welwitsch, schriftlich.

Blick aufgefallen war, und bei welcher sie die eigentliche Sprossspitze nach vorn sogar etwas überragt; zunächst folgt *L. paucicostata* (VIII, 1—3), bei welcher sie von Griffith[1]) bemerkt und gezeichnet wurde, und die derselben vegetativ ganz ähnliche *L. perpusilla* (VI, 19. 20), sodann *L. minor* (IX, 12. 13) und endlich *L. gibba* (XIII, 10), bei welchen zwei letzteren sie zwar nach vorausgegangenem Eintrocknen bisweilen nicht mehr, gewöhnlich aber auch unter diesen Umständen, stets bei frischen, am leichtesten bei durch Weingeist entfärbten Individuen an der betreffenden Stelle aufzufinden ist. Auch der hinterste, auf dem Rücken des Knotens gelegene Höcker ist oft stärker vorspringend als die übrigen, am auffallendsten wieder bei *L. angolensis* (VII, 11), bei welcher er eine stachelförmige Vorragung bildet, weit weniger bei *L. minor*, wo er oft nicht grösser als die übrigen ist. Was die vordere Prominenz betrifft, so könnte es scheinbar nahe liegen, in ihr die verkümmerte, etwa dem spitzen Ende der Phyllokladien von *Ruscus* vergleichbare Vegetationsspitze des Sprosses zu erblicken und sie daher als ein Dorngebilde zu bezeichnen; allein es spricht hiegegen, ausserdem, dass die Entwickelungsgeschichte dafür keinerlei Anhaltspunct gewährt und dass der Mittelnerv des Sprosses nicht in sie eintritt, sondern einige Parenchymschichten unter ihr wagrecht dahinzieht, die Analogie mit den andern erwähnten Bildungen, daher die vorliegende in der Folge als Stachel schlechthin bezeichnet werden mag. Von *L. gibba* sind es nur gewisse Formen, namentlich solche mit nur wenig bauchigem Spross, bei welchen all diese Gebilde jederzeit nachzuweisen sind; bei andern erscheint die Rückenfläche glatt und im Ganzen leicht gewölbt; aber auch hier ist bei halberwachsenen Individuen der Stachel deutlich erkennbar.

Die Bauchfläche der *Lemna*-Sprosse zeigt bei allen Arten eine von dem Knoten an ein Stück weit in ihrer Mediane nach vorn verlaufende und vorn sich allmälig ebnende Furche, welche von der Lage der jugendlichen Wurzel herrührt, dagegen von all den characteristischen Vorragungen der Rückenfläche keine Spur.

Die Oberhaut halb und ganz erwachsener Sprosstheile sämmtlicher *Lemnae* besteht bekanntlich[2]) aus tafelförmigen, mit stark buchtigen Seitenwandungen in einander eingreifenden und in die Furchen zwischen den bauchigen Zellen der unterliegenden Schicht sich einsenkenden Zellen (VII, 4. 12; VIII, 4); die absolute und relative Grösse derselben ist bei einer und derselben Art vielen Schwankungen unterworfen; an den Prominenzen sind die hier tieferen Zellen in der Flächenrichtung kleiner als anderwärts; gegen die Ränder hin, in mässigem Grad auch in der Partie zu beiden Seiten der Mittellinie der Sprosse von *L. trisulca*, nehmen sie, wie auch die Zellen des inneren Sprossgewebes, schmale in der Richtung der Ränder langgezogene Gestalten an. Ebenso ist der Grad ihrer Kräuselung wandelbar, doch im Allgemeinen höher bei *L. gibba* und namentlich den Wassersprossen von *L. trisulca*, als bei den Luftsprossen der letzteren und bei *L. angolensis*, *perpusilla*, *paucicostata*, *minor*. Zu diagnostischen Zwecken finde ich die etwa von der Grösse und Form der Epidermiszellen zu nehmenden Merkmale, der Variabilität derselben wegen, nach vielfacher hierauf gerichteter Aufmerksamkeit

1) a. a. O. p. 222; T. CCLXIII, Figg. 2. 3 *a*.
2) Hoffmann, a. a. O. p. 235.

nicht oder nur als sehr untergeordnete Beihilfsmittel verwendbar, ebenso die absolute Grösse der Spaltöffnungen, die wohl bei den einen Arten durchschnittlich beträchtlicher ist als bei andern, aber bei den einzelnen, wie die Untersuchung mehrfacher Formen lehrt, innerhalb ziemlich weiter und gegenseitig in einander übergreifender Grenzen schwankt. Von eigenthümlichem Bau ist nur die Epidermis der Rückenfläche der Luftsprosse von *L. trisulca* (VI, 8), zumal auf dem der Luft vorzugsweise ausgesetzten basalen Theil; die Zellen, welche kleiner und weniger stark sinuös sind als die der Epidermis der Wassersprosse, besitzen nicht die zarten Seitenwandungen der gewöhnlichen Epidermis der Wasserlinsen, sondern ziemlich stark und zwar ungleichmässig verdickte, stärker vorzugsweise an den Stellen, wo mehrere der Zellen zusammenstossen, aber auch sonst auf beliebigen Strecken ihrer Contouren. Die specielle Bedeutung dieses Verhaltens, an welchem auch die Muttersprosse der blühenden Individuen in ähnlicher Weise wie an den sonstigen Eigenthümlichkeiten derselben Antheil nehmen, ist um so weniger klar, da dasselbe nicht etwa mit besonders starker Cuticularisirung der äusseren Flächenwandungen verbunden ist und die verdickten Stellen gegen Reagentien sich kaum anders verhalten, als andere. Bei Einwirkung von Schwefelsäure quellen jene gleichzeitig mit diesen, und Chlorzinkjodlösung färbt jene höchstens wenig diluirter blau; überdies nehmen die Flächenwandungen an der Verdickung keinen Antheil. Auch eine Beziehung der Lage der betreffenden Epidermispartien zu der der Höcker der Sprossoberfläche ist nicht nachweisbar; in geringem Grad und auf einzelne Puncte beschränkt findet sich auch auf der Bauchfläche der betreffenden Sprosse Aehnliches. Sonst ist ein Unterschied zwischen der Epidermis beider Flächen bei den Lemnen nicht vorhanden, ausser dass die Zellen der Bauchfläche durch die stärkere Wölbung der letzteren stark gezerrt und in ihren Tiefendurchmessern ziemlich reducirt werden. Beide Flächen bilden ferner eine gleich starke, durch Erwärmen mit Aetzkali sich in grossen zusammenhängenden Fetzen ablösende *Cuticula*, welche an den Rändern der Spaltöffnungen der Rückenfläche in Form eines schmalen leistenförmigen Saumes vorspringt.

Die subepidermidale Parenchymschicht der beiden Oberflächen zeigt bei allen Arten, mit Ausnahme von *L. trisulca* und zwar den Luftsprossen nicht minder als den Wassersprossen dieser Art, ähnliche Differenzen, wie sie bei so vielen Pflanzen zwischen dem Parenchym der oberen und der unteren Blattflächen getroffen werden. Die Bauchfläche (und bei *L. trisulca* auch die Rückenfläche) zeigt polygonal-tafelförmige, aneinandergepresste, lückenlos verbundene, die Rückenfläche abgerundete, an den Kanten auseinanderweichende, zugleich derbwandigere Zellen (VIII, 6); eine grössere Unterbrechung der genannten Schicht findet sich unter jeder Spaltöffnung in Form einer ziemlich weiten Athemhöhle, deren Decke nur von der Epidermis gebildet wird.

Manche Formen von *L. gibba* sind auf der Rückenfläche röthlich gesprenkelt oder zusammenhängend gefärbt; der Sitz dieser Färbung ist vorzugsweise in der in Rede stehenden Zellschicht, doch geht die Färbung an den Sprossrändern wohl auch auf kurze Strecken auf die Bauchfläche und auf die Zellen der Scheidewände zwischen den Lufthöhlen über. Man sieht in grösseren und kleineren zusammenhängenden Zellengruppen, unterbrochen von solchen, deren Zellen in farblosem Saft eine grössere Menge von Chlorophyllkörnern enthalten und dadurch lebhaft grün erscheinen, den Zellsaft pfirsichblüthroth gefärbt, eine Färbung, welche erst mit an-

nähernd vollendetem Wachsthum unter Verschwinden eines Theiles der zuvor in jenen Zellen vorhandenen Chlorophyllkörner, von denen sich gewöhnlich nur die Minderzahl erhält, hervortritt. Sie ist sehr vergänglicher Natur, erhält sich zwar beim Eintrocknen wenigstens längere Zeit, verschwindet dagegen schnell bei Einwirkung von starkem und nach kurzer Zeit beim Liegen in verdünntem Weingeist, ferner ziemlich schnell, spätestens nach wenigen Stunden, bei Einwirkung von andern exosmotisch wirkenden Substanzen, wie Glycerin, Chlorzink und Chlorzinkjodlösung; verdünnte Schwefelsäure lässt sie anfangs intensiver, bald aber blässer werden, um nach etlichen Stunden ganz zu verbleichen, während starke Kalilösung sie augenblicklich aufhebt, wobei in Verbindung mit dem sich gleichzeitig in der Flüssigkeit verbreitenden Farbstoff der Chlorophyllkörner eine anfangs bläulichgrüne, schnell in intensives und glänzendes Gelbgrün übergehende Lösung entsteht.[1] Gewisse vorzüglich amerikanische, so viel bekannt nicht von *L. minor* zu trennende Formen zeigen eine wenigstens im getrockneten Zustand der erwähnten von *L. gibba* ganz ähnlich erscheinende Färbung der Rücken- und Bauchfläche, von welcher ich übrigens, da ich solche Formen nie frisch untersuchen konnte, nicht anzugeben vermag, ob ihr ganz derselbe anatomische Character zu Grunde liegt.

Das chlorophyll- und stärkeführende Parenchym, welches die Hauptmasse des cavernösen inneren Gewebes der *Lemna*-Sprosse constituirt, bildet in der Umgebung der Gefässbündel überall 1—2schichtige dieselben umhüllende Lagen, so dass jene nirgends unmittelbar einer Lufthöhle anliegen, im Uebrigen aber durch den grossten Theil der Sprosse nur einschichtige Zwischenwände zwischen den Lufthöhlen, deren Zellen sich in der Richtung der stärksten Ausdehnung der Lufthöhlen und nach Massgabe derselben, am stärksten natürlich bei den starkbauchigen Formen der *L. gibba*, in die Länge strecken und in der Richtung des Querdurchmessers der von ihnen gebildeten Scheidewände leicht plattgedrückt, daher im Allgemeinen da, wo das Gewebe weite Lufthöhlen umschliesst, etwas tafelförmig erscheinen. Nach der Spitze und den Rändern hin liegen meist nur einige Schichten compacten Parenchyms, weil bei den meisten Arten die Lufthöhlen sich bis nahezu den Rändern erstrecken; nur bei *L. trisulca*, und zwar deren Wassersprossen, ist die Peripherie in grösserem Umfang höhlenlos, doch ist dieser höhlenlose Saum von sehr wechselnder Breite; die Epidermis umschliesst hier (VI, 4. 5) nur eine, weiter nach einwärts 2 Parenchymlagen, während da, wo deren Zahl auf 3 steigt, allmählich eine Schicht Lufthöhlen hervorzutreten beginnt. Sowohl an der Bauchfläche als an der Rückenfläche werden die Lufthöhlen nach aussen regelmässig nur durch eine einzige Parenchymlage, die vorhin beschriebene subepidermidale Schicht, gedeckt

1) Diese Reactionen lassen sich mit den bekannten des Erythrophylls (Nägeli und Schwendener d. Mikrosk. p. 500) wohl vereinigen. Was die von Treviranus (bot. Ztg. 1860, p. 283. 284) behauptete vollständige Abwesenheit der Chlorophyllkörnchen in den rothsaftigen Zellen gefärbter Spielarten anderer Pflanzen betrifft, so trifft sie jedenfalls für den vorliegenden Fall nicht zu; die Anwesenheit der freilich an Zahl verminderten Chlorophyllkörner wird am unzweifelhaftesten, nachdem man durch eines der obigen Mittel den rothen Saft entfärbt hat. Treviranus macht (p. 282) auf das häufige Zusammentreffen rothen Saftes, so weit er nicht als pathologische oder herbstliche Erscheinung auftritt, mit den auch bei *Lemna* vorhandenen, freilich eben auch sonst sehr verbreiteten Ablagerungen kleesauren Kalkes aufmerksam. Die rothgefärbten Formen der *L. gibba* sind theils kleine und wenig bauchige, theils aber auch auffallend kräftige und stark bauchige; ich fand die Färbung sowohl bei einzeln unter andern Arten zerstreut lebender, als, und vorzugsweise, bei als Massenvegetation auftretender *L. gibba*, und wenn aus meinen seitherigen Wahrnehmungen ein Schluss erlaubt sein sollte, so würde Einwirkung des Sonnenlichts und schattenloser Wohnsitz die Entwicklung derselben entschieden begünstigen.

(VI, 9); wo daher Spaltöffnungen über Lufthöhlen liegen, communiciren letztere mit der durch das Fehlen der subepidermidalen Schicht gebildeten Athemhöhle und sind somit an dieser Stelle nur durch die von der Spaltöffnung durchbrochene Epidermis nach aussen abgeschlossen. Uebrigens ist die Lage der Spaltöffnungen nicht von der der Lufthöhlen abhängig, jene können auch so zu liegen kommen, dass sie gerade über eine Scheidewand fallen. Ebenso sind die in den Wandungen der beiden Taschen des ersten Sprossgliedes befindlichen Lufthöhlen nach dem Lumen der Taschen hin nur durch eine Zellschicht geschlossen, welche sich zwar von der Fläche gesehen durch sinuös werdende Contouren ihrer Zellen epidermisähnlich darstellt, sich aber durch den Inhalt ihrer überdies sehr weiten Zellen als eine Parenchymschicht verhält; nach den Rändern hin, wo die Taschenwandungen ihrer Entwicklungsgeschichte nach zweischichtig werden, in besonders grosser Ausdehnung bei den Wassersprossen der *L. trisulca*, bestehen sie nur noch aus der einseitig von Epidermis überzogenen eben genannten Parenchymschicht, und an den äussersten Rändern der den ursprünglichen Tascheneingang vor der Aufschlitzung bildenden Spalten liegt sogar in wechselndem Umfang nur eine Schicht schmaler epidermidaler Zellchen (X, 3; XIII, 8).

Die Lufthöhlen bilden in den verschiedenen Theilen der Sprosse eine bestimmte Zahl von Schichten. Im dicksten Theil der Sprosse, in der Basis des zweiten Sprossgliedes finden sich 3 Lagen, von denen die Bauchschicht die weitesten, die mittlere, beiläufig im Niveau der Fibrovasalstränge liegende und bei den Wassersprossen der *L. trisulca* ganz fehlende die engsten Lufthöhlen enthält. Von hier nach vorn und den Rändern hin verschwindet zuerst die mittlere und endlich bei den meisten Arten — denen mit plattem Spross — die Rückenschicht, so dass die eine Lufthöhlenschicht der Randpartieen sich als die Fortsetzung der Bauchschicht darstellt. Denkt man sich das erste Sprossglied durch eine die inneren geschlossenen Ränder der beiden Seitentaschen verbindende Horizontalebene in einen die oberen Taschenwandungen und den obern Theil des Mittelstücks begreifenden Rückentheil und einen aus den untern Taschenwandungen und dem untern Theil des Mittelstückes bestehenden Bauchtheil getheilt, so setzt sich die Bauchschicht blos in die vorderste Partie des Bauchtheils, namentlich die unteren Wandungen der Taschen fort (XIII, 3) in Form einer mässigen Anzahl von Lufthöhlen, während der hintere Theil höhlenlos bleibt; die Rückenschicht dagegen geht in den Rückentheil über in Form einer Schicht von namentlich in der mittlern Partie beträchtlich hohen, in den Taschenwandungen gegen die Seiten hin allmälig niedriger werdenden Lufthöhlen (XIII, 2. 3. 4). Die mittler Schicht setzt sich ebenfalls in den Rückentheil fort (XIII, 5), aber auch hier nur als eine geringe Zahl enger Höhlen. Mit Ausnahme der öfter erwähnten Wassersprosse von *L. trisulca*, bei welchen die Höhlenbildung allgemein viel untergeordneter ist, indem sie nicht nur nirgends die Zahl von zwei Schichten überschreitet, sondern auch dem ganzen ersten Sprossglied und den Randpartieen des zweiten in grösserem Umfang fehlt, und bei welchen das verhältnissmässig dünne Sprossgewebe auch im Allgemeinen aus einer geringeren, wenn gleich sehr wechselnden Zahl von Zelllagen besteht, ist der angegebene Bau im Wesentlichen nicht blos der *L. minor*, *paucicostata*, den Luftsprossen von *L. trisulca* und so viel sich ermitteln lässt auch der *L. perpusilla*, *angolensis* und *valdiviana*) gemeinsam, sondern auch der *L. gibba*. Die eigenthümliche Form, welche die Sprosse dieser Pflanze gewöhnlich darbieten, ist nicht constant; es gibt Formen, welche bei anscheinend vollkommen nor-

maler Vegetation kaum bauchiger sind als *L. minor;* dagegen sind constant die Lufthöhlen der Bauchschicht viel weniger zahlreich als die der Rückenschicht (XIII, 2—7) und auch als die Lufthöhlen der Bauchschicht bei den andern Arten, daher schon in den Richtungen der Sprossflächen beträchtlich weiter, ein Verhältniss, welches auch solchen mehr flachen Formen der *L. gibba* bei schwacher Vergrösserung ein characteristisches grossmaschiges Aussehen verleiht. Ferner werden die Gewebe der Scheidewände der Lufthöhlen dieser Bauchschicht und der den Spross überziehenden zwei Zellschichten bei den meisten Formen mehr oder weniger beträchtlich in die Länge gestreckt und dadurch die so auffallende, in verschiedenem Grad convexe, von der ungefähren Form eines Kugelabschnittes bis zu der eines halben Ellipsoids variirende Gestalt des Bauchtheils der Sprosse herbeigeführt. Dieser Bauch muss nach dem über die Vertheilung der Lufthöhlen Angegebenen zum bei Weitem grössten Theil auf das Gebiet des zweiten Sprossgliedes kommen; das erste nimmt nur in seiner vordern Partie, zumal den Seitentheilen derselben (XIII, 3) mit der mässigen daselbst befindlichen Anzahl von Lufthöhlen an der Bildung des Bauches Antheil, und ein grosser Theil der unteren Taschenwandungen behält die Form einer dünnen nur aus einer Epidermis- und einer Parenchymschicht bestehenden Lamelle (XIII, 8) bei. Nach rückwärts zeigt der Bauch, der Lage der median herabsteigenden Wurzel entsprechend, eine Furche (XIII, 4) welche statt der horizontalen Richtung, die sie bei den flachen *Lemna*-Formen zeigt, eine, je convexer der Bauch wird, um so mehr der senkrechten sich nähernde annimmt. Die Rücken- und mittlere Schicht der Lufthöhlen nimmt an der Bildung des Bauchs durchaus keinen Antheil, dagegen erweitern sich die Lufthöhlen der ersteren Schicht nach rückwärts im Bereich des ersten Sprossglieds sehr beträchtlich (XIII, 4) in senkrechter Richtung; in diesem Theil des Sprosses ist daher der Rückentheil mächtiger als der Bauchtheil und besitzt, bei flachen sowohl als bei bauchigen Formen der *L. gibba*, einen sanft gewölbten Buckel. Endlich erstreckt sich namentlich bei den bauchigen Formen die Rückenschicht weiter gegen die Sprossränder, als die Bauchschicht. Man sieht die bauchige Gestalt bei in der Entwicklung begriffenen Sprossen schon während sie in der Tasche ihres Muttersprosses eingeschlossen sind allmählich, doch in geringem Grad, hervortreten; nach dem Durchbruch dagegen erreicht sie schnell ihre spätere Höhe, so dass zur Hälfte oder zu $^2/_3$ ausgewachsene Sprosse vollkommen so stark bauchig wie ausgewachsene getroffen werden; ebenso ist bekannt,[1]) dass Keimpflanzen erst in den auf die *Plumula* folgenden Generationen die bauchige Form allmählich hervortreten lassen; die erste derselben finde ich in der äusseren Form von der entsprechenden der *L. minor* noch in keiner sichtbaren Weise verschieden. Die gleichzeitig mit einer Frucht und über ihr sich entwickelnden und aus der Tasche hervortretenden Beisprosse dieser Art (XIII, 1) nehmen, da gerade ein Theil der Bauchfläche der Wölbung der Frucht anliegt, eine dieser entsprechend modellirte, stellenweise eingedrückte Gestalt an; später gleicht sich indessen der Eindruck aus. Unter allen Umständen aber bleiben auch die stark bauchigen Sprosse von einem schmalen höhlenlosen Rand in Gestalt einer sich gegen den Bauch ziemlich scharf abgrenzenden Krämpe umzogen; die Grenzen dieser Krämpe liegen in der Höhe der Fibrovasalstränge, von denen die äusseren an ihrer convexesten Stelle nur durch eine einzige Parenchymschicht und die Epidermis nach dem Rande hin gedeckt werden.

1) Wilson a. a. O. p. 147.

Der nächste Grund der so auffallenden Erweiterung der Lufthöhlen des Bauches kann nicht in einer selbstthätigen Längsdehnung der sie umschliessenden Gewebe der Scheidewände und der äusseren Sprossoberfläche gesucht werden. Man sieht vielmehr die Scheidewände, deren etwas sinuös werdende Zellen allerdings stark in der Richtung der Dicke des Sprosses in die Länge gezogen werden, der Ausdehnung beträchtlichen Widerstand leisten, so dass die Oberfläche des Bauches in eine Anzahl leicht convexer, durch die Insertionslinien der senkrechten Scheidewände abgegrenzter, gegen die Mitte des Bauches an Grösse zunehmender polygonaler Felder getheilt wird, und auch die Oberflächenwandungen kündigen ihr wesentlich passives Verhalten durch eine starke Verdünnung der sie constituirenden 2 Zelllagen bis zur fast vollständigen Aufhebung der Lumina an. Die nach allen Seiten durch lückenlose Zelllagen eingeschlossenen Höhlen werden vielmehr dadurch, dass die ihre erste Anlegung stets begleitende Gasausscheidung höhere Grade als bei den andern Arten erreicht, bis zu demjenigen Maasse, welches die Grösse der Elasticität ihrer Wandungen gestattet, aufgeblasen, wobei ich Zerreissungen der Scheidewände, wie sie in gewissen andern Fällen durch dergleichen Einflüsse zu Stande zu kommen scheinen, bei der vorliegenden Pflanze nie eintreten sah.

Die Rhaphidenzellen, deren Zahl bei *L. gibba* etwas weniger gross als bei andern Arten der Gattung ist, sind durch das ganze intercavernale Gewebe der Sprosse mit Ausschluss der subepidermidalen Schicht des Rückens vertheilt und fehlen auch der subepidermidalen Schicht der Bauchfläche und den Auskleidungsschichten der Taschen nicht; ziemlich selten liegen 2 solcher Zellen einander an. Die Rhaphiden halten stets, wie die Spaltöffnungen, eine der Längserstreckung des Sprosses entsprechende, in den Seitenpartieen dem Verlauf der Ränder und Seitennerven sich anpassende Richtung ein, und die Rhaphidenzellen sind in diesen Richtungen 2—3mal länger als ihre Nachbarzellen, daher in den zur Längsaxe des Sprosses quer sich erstreckenden senkrechten Zwischenwänden zwischen den Lufthöhlen keine Rhaphidenzellen getroffen werden.

Die höhlenlosen Partieen der Sprosse, wie sie sich in der Umgebung der Ränder und im Bereich des ersten Sprossglieds, namentlich dessen Bauchtheil und bei *L. trisulca* auch dessen Rückentheil finden, runden ihre Zellen unter Bildung enger, den eigentlichen Höhlen nicht zu setzender Zwischenzellenräume in ähnlicher Weise wie die subepidermidale Zellschicht der Rückenfläche ab. Ebenso verhalten sich die gestreckten Parenchymzellen des mässig flachgedrückten Sprossstiels der *L. trisulca*, welche in mehreren nach rückwärts an Zahl abnehmenden Lagen das Rindengewebe dieses Theils constituiren. Die die Gefässbündel umhüllenden Parenchymlagen unterscheiden sich von dem übrigen Gewebe in nichts Wesentlichem und entbehren namentlich jener partiellen Verdickungen und Biegungen ihrer Wandungen, wie sie uns in den Gefässbündelscheiden so vieler Wasser- und Landpflanzen aus den verschiedensten Verwandtschaftskreisen begegnen.

Der das erste Sprossglied durchziehende Fibrovasalstrang verläuft, wie dies schon durch die Entwicklungsgeschichte des Sprosses gefordert wird, durch dessen Bauchtheil, also unterhalb des Niveaus der Taschenhöhlen nach vorn. Der Uebertritt der im Knoten aus der dortigen Verästelung hervorgehenden Stränge in das zweite Sprossglied ist von einer sanften Biegung nach der Rückenfläche hin begleitet (X, 8), und der weitere Verlauf bis zu dem blinden Ende ist wieder

horizontal. Der ebenfalls vom Knoten ausgehende Fibralstrang für die Wurzel wendet sich fast in demselben Maass leicht abwärts, so dass die Verlängerung des Fibrovasalstranges des ersten Sprossgliedes eine zwischen dem Medianstrang des zweiten und dem Wurzelstrang fast die Mitte haltende Richtung verfolgen würde. Die, wie gewöhnlich, mit einer durch Iod sich gelb färbenden Flüssigkeit erfüllten Prosenchymzellen der Stränge zeigen auf queren Durchschnitten (X. 4—6) sehr verschieden weite Lumina, je nachdem ihre Mitte oder ihre verschmälerten Enden sichtbar werden; sie sind beträchtlich zahlreicher in dem Strang des ersten als in denen des zweiten Sprossgliedes, von welch letzteren die seitlichen noch im fertigen Zustand sehr deutlich einen der Entstehung aus einer einzigen Parenchymzellenreihe entsprechenden Querschnitt darbieten.

Spirodela.

Ehe ich zur Darlegung der einigermassen complicirteren morphologischen Verhältnisse der *S. polyrrhiza* übergehe, ist ein kurzer Blick auf einige andere Formen dieser Gattung zu werfen, welche, wenn auch noch wenig bekannt und bei dem Mangel an frischem Material keine Darstellung der allerersten Anfänge der Entwicklung gestattend, doch insoweit einer Untersuchung jüngerer Zustände zugänglich sind, um ein Urtheil über die Bedeutung und Bildungsweise ihrer Theile zu gestatten, und welche insofern von grossem Interesse sind, als sie ganz unverkennbar die nöthigen Anknüpfungspuncte einerseits an *Lemna*, andererseits an *S. polyrrhiza* darbieten. Diese Formen mögen einstweilen kurz unter dem Namen *S. oligorrhiza* zusammengefasst werden.

Spirodela oligorrhiza.

Der Spross dieser Pflanzen,[1]) man mag ihn in früheren oder in nahezu ausgewachsenen Zuständen untersuchen, zeigt ganz nach der Art von *Lemna* zu beiden Seiten seines hinteren Theiles zwei die Tochtersprosse bergende, vor deren Hervortreten durch einen kurzen Spalt nach hinten und oben sich öffnende Taschen (XVI, 12), deren Wandungen, wie überhaupt das erste Sprossglied, zu der Zeit, wo das zweite sich seiner vollen Ausbildung nähert und das in den Spross eintretende, mit einer Gefässzellenreihe versehene Fibrovasalbündel schon beginnt, am Knoten Seitenzweige nach rechts und links abzugeben (XVI, 11), noch im meristematischen Zustande sind, und welche daher um diese Zeit einen kleinen Anhang (XVI, 3. 11) an dem viel stärker in die Länge und Breite entwickelten vorderen Theil des Sprosses darstellen, um erst in der Folge ihr Wachsthum zu vollenden und ihre Dehnung zu bewerkstelligen (XVI, 1. 2. 3. 10. 16). Es ist daher aller Grund vorhanden zu der Annahme, dass der Bildung der Taschen ganz derselbe Entwicklungsprocess zu Grund liege, wie bei *Lemna*; dass zwei Tochtersprosse zwei auf dem Sprossrücken gelegenen Blattachselstellen entstammen und dass jeder von dem Sprossgewebe unter Bildung eines Walles überwachsen wird; dass ferner, wie es die Vergleichung mit *Lemna* und *Wolffia* verlangt, die 2 fruchtbaren Blattachseln durch eine dritte, auf die Bauchseite und zwar median zu liegen kommende zu einem Wirtel zu ergänzen sind, und dass der Uebergang von der

1) Es möge entschuldigt werden, wenn ich dem vorliegenden nominell nur den Axenorganen gewidmeten Abschnitt aus Zweckmässigkeitsgründen auch die Besprechung der Blätter unmittelbar anfüge. Eine gesonderte Betrachtung der letzteren wäre nicht ohne Wiederholungen durchführbar.

Blattstellung des Mutter- zu der des Tochtersprosses durch Vermittlung eines Vorblattes, dessen Stellung nach hinten und somit nach dem Früheren in der Mediane der Rückenfläche sein würde, sich bewerkstelligt.

Es kann somit nicht auffallen, wenn wirklich an den zwei Stellen, welche der Insertion des Vorblattes und der des unteren Wirtelblattes entsprechen würden, zwei niederblattartige Anhänge hervortreten; der eine, dorsale (*a*, XVI, 4. 5. 11) inserirt sich weiter nach rückwärts in einer Querlinie, welche der Grenze zwischen dem Körper des Sprosses und dem kurzen Stiel, in den sich seine Basis verschmälert, entspricht; er erscheint als eine nach vorn bogenförmig begrenzte Lamelle von sehr zarter Textur und stellt das Vorblatt des Sprosses dar; der andere, ventrale (*b*, XVI, 3. 4. 5. 11), inserirt sich an der Unterfläche in der Gegend des Knotens an der Stelle, aus welcher die Wurzeln nach unten hervorbrechen, ist von etwas derberem Bau, verschiedener, bald mehr ei-, bald fast nierenförmiger Gestalt, bald durch eine sanfte Ausrandung leicht zweilappig (XVI, 3. 6. 7. 13) und wird von sämmtlichen Wurzeln durchbohrt. Dieser, das Blatt, wird noch an erwachsenen oder halberwachsenen Individuen mehr oder weniger erhalten gefunden, während das Vorblatt frühzeitig zu Grunde geht, bis auf unbedeutende, seine frühere Anwesenheit auch noch später bezeichnende Reste; anfangs im Verhältniss zum Spross ziemlich gross, war das Vorblatt schon vor seiner Zerstörung durch das Weiterwachsthum des Sprosses zu einem verhältnissmässig kleinen Schüppchen reducirt worden. Beide Blattgebilde sind auf der ältern Seite des Sprosses ausser Zusammenhang mit einander, während auf der jüngeren das Blatt mit seiner Insertion herabläuft und sich mit dem Vorblatt scheidenförmig verbindet, wie man dies noch nach der Zerstörung des letzteren leicht sehen kann, wenn man das Blatt behutsam von dem Spross ablöst. Nimmt man an, dass der Uebergang von dem Vorblatt auf das erste Blatt mit $^1/_2$ Prosenthese erfolge, dass daher der ältere Tochterspross dem ersten, der jüngere dem dritten Wirtelblatt entspreche, während das zweite unfruchtbare ausgebildet wäre, so würde die Verwachsung des Blattes mit dem Vorblatt auf der Seite stattfinden, auf welcher, wenn man sich die Blattstellung dem langen Weg folgend denken wollte, der ältere Rand des Blattes dem jüngeren des Vorblattes anliegen würde.

An eine entsprechende Bildung bei *S. polyrrhiza* erinnert der Umstand, dass bei *S. oligorrhiza* die beiden Oberlippen der spaltenförmigen Taschenmündungen durch einen quer über den Sprossrücken nach vorn von der Insertion des Vorblattes verlaufenden leicht vorspringenden Wall (*p*, XVI, 12) verbunden werden.

Spirodela polyrrhiza.

Entwicklung und äussere morphologische Verhältnisse.

Was nun die allgemein bekannte und verbreitete, aber, wie es scheint, noch niemals näher untersuchte *S. polyrrhiza* betrifft, so erscheint es, da der gröbere Bau ihres vegetativen Körpers nicht als bekannt vorausgesetzt werden kann, fast unumgänglich, bei ihrer Betrachtung weder von dem jüngsten, noch von dem ganz erwachsenen Zustand auszugehen, sondern von einem Entwickelungsstadium, in welchem die sämmtlichen in Betracht kommenden Theile vollständig angelegt, aber nicht, wie es später geschieht, einzelne derselben schon wieder mehr oder weniger zerstört sind.

Wenn man einen Spross von etwa zwischen 0,25 und 1,2^{mm} Länge, der in dieser Periode die Gestalt eines beinahe kurznierenförmigen, doch etwas asymmetrischen, mässig flachgedrückten Körpers darbietet, mittelst sorgsamer Betrachtung von beiden Flächen in Verbindung mit successiven, am besten longitudinalen Durchschnitten untersucht, so findet man die beiden von Schleiden[1]) als »Stipularblättchen« bezeichneten und jedenfalls den vorhin erwähnten Gebilden der *S. oligorrhiza* entsprechenden blattartigen Anhänge wohl erhalten, von dem Rand des Sprosses mehr oder weniger überragt, aber rücksichtlich ihrer Insertionsweise am Spross und ihrer gegenseitigen Beziehungen sich anders verhaltend als bei jener. Der der Bauchfläche angehörige, als Blatt vorzugsweise zu bezeichnende (*b*, XIV, 6. 7; XV, 5. 6. 7, *c—g*) inserirt sich längs einer leicht bogenförmigen Linie in dem Quergürtel, welcher dem Knoten entspricht und als solcher durch das Hervortreten der Wurzeln sowie zweier Tochtersprosse, von denen der eine gegenüber dem andern beträchtlich gefördert ist, sich charakterisirt. Die Insertionslinie des Blattes reicht auf der jüngeren Seite (der, welche den nicht geförderten Tochterspross trägt), bis zum Sprossrand, hier herablaufend und mit der des andern Blättchens zusammenhängend; das Blatt wird aber hier von dem letztern durch einen am Sprossrand selbst gelegenen Einschnitt abgegrenzt, der verhältnissmässig um so tiefer wird, je vorgerückter der Zustand ist, indem sowohl der Spross als die Blattorgane ihre Ausdehnung in der Richtung der Fläche fortsetzen, die in der Tiefe des Einschnitts gelegene Partie aber hierin zurückgeblieben ist und noch ferner zurückbleibt. Nach der ältern Seite des Sprosses hin endigt dagegen die Insertionslinie des Blattes plötzlich etwa an der Grenze des vorletzten und letzten Viertels oder Drittels der Sprossbreite; der freie Rand des Blattes beschreibt bis dahin entweder — ich finde dies vornehmlich bei den zur Ueberwinterung bestimmten, später zu erwähnenden Sprossen — einen einfachen Bogen (XIV, 6. 7); oder, und zwar meist bei den gewöhnlichen Sprossen, das Blättchen verlängert sich auf der älteren Seite in einen die Randpartie dieser Seite verhüllenden, namentlich nach rückwärts ausgezogenen, am Rande oft stark geschweift ausgezackten Lappen, (XIV, 8. *b*; XV, 5) dessen Anwesenheit die Beobachtung complicirt, dessen Zurückschlagung aber nicht schwierig ist und alsdann die Grenze der Insertionslinie des Blattes wie im obigen Fall erkennen lässt. Es geht schon hieraus hervor, dass die Mitte der Blattinsertion keineswegs in der Mediane der untern Sprossfläche liegt, sondern in der seitlichen Partie derselben, indem das Blatt gleichsam gegen die jüngere Seite des Sprosses hin verschoben erscheint, und hiemit stimmt nun das Verhalten der übrigen Theile überein. Man sieht nämlich weiterhin von dem blinden Ende der Blattinsertion aus den scharfen Rand eines anderen blattartigen Gebildes sich quer nach aussen zum Seitenrand des Sprosses hin sich erstrecken (*a'*, XIV, 6. 7. 8 *b*, XV, 5; verglichen mit XV, 7 *a*, über *a'*) und hier, nach der Rückenfläche sich umschlagend, direct in den Rand des oberen als Vorblatt zu bezeichnenden Blättchens sich fortsetzen. Wie Durchschnitte zeigen, ist jener quere Rand der Rand einer nach rückwärts aus mehreren Zellschichten bestehenden, verdünnt endenden Lamelle (XV, 7 *a*, *a'*), welche den grössten Theil des Bodens der Tasche, in welcher der geförderte Tochterspross liegt, bildet, seitlich von dem Mittelstück des Muttersprosses, an der Bauchseite der Insertion dieses Tochtersprosses, entspringt (XV, 7, *b*; 7, *c* und ihrem ganzen

1) Linnaea XIII, 387.

Verhalten nach als ein integrirender Theil, und zwar als ein mit seiner Insertionslinie in eine zur Längsaxe des Sprosses schiefe Richtung gedrängter Ursprungstheil des seiner Hauptmasse nach auf der Rückenfläche des Sprosses gelegenen Vorblattes erscheint. Diese Lamelle mag künftig wegen ihres mehrfach eigenthümlichen Verhaltens als Bauchlappen des Vorblattes bezeichnet werden. Was das Vorblatt selbst betrifft, so liegt seine Insertionslinie, so weit sie quer über den Sprossrücken verläuft, viel weiter nach rückwärts als die des Blattes, nämlich ganz an der Basis des Sprosskörpers, da, wo sich dieser zu dem in einer gewissen Periode sich entwickelnden Sprossstiel verschmälert (XV, 2—4 *b*, 7 *d*, 7 *e*); sie steht aber an dem jüngern Sprossrand mit der Insertionslinie des Blattes, welche hier gegen die Basis des Sprosses etwas zurückläuft, in Verbindung. Der freie Rand des Vorblattes endlich beschreibt auf der Rückenfläche einen Bogen, der nach der jüngeren Seite hin an dem dort befindlichen Einschnitt endigt, auf der andern Seite hingegen in den queren Rand des Bauchlappens sanft ausläuft (XIV, 6. 7; XV, 5).

Rücksichtlich der beiden Tochtersprosse ist noch zu Anfang der in Rede stehenden Periode oder kurz vorher, — bei Sprossen von 0,16—0,25^{mm} Länge, — zumal nach vorsichtigem Abstreifen und Zurückschlagen des ganzen Blattapparates, leicht zu sehen, dass ihr Ursprung aus dem Muttersprosse in einem wesentlich verschiedenen Verhältniss zu den beiden Flächen des letzteren steht, dass nämlich der ältere (*f*, XV, 1) — ganz anders als bei *Lemna* — nicht auf der Rückenfläche des Muttersprosses entspringt, sondern an seinem Seitenrand, während der jüngere (*f'*) aus der Rückenfläche, und zwar seitlich neben der Mittellinie ganz nach Analogie der *Lemna*-Sprosse, seinen Ursprung genommen hat. Hiemit steht in Verbindung, dass der Boden der schon erwähnten, den ältern Tochtersprosse einschliessenden Tasche auch in der Folge nicht von einem Theil des Körpers des Muttersprosses, sondern von der Ursprungsstelle und dem Bauchlappen des Vorblattes gebildet wird (XV, 7, *a—d*), während Ersteres bei dem jüngeren Tochtersprosse der Fall ist (XV, 7, *f. g*). Dagegen wird die Decke der beiden Taschen gleicherweise durch einen die beiden Tochtersprosse überwachsenden Wall von Sprossgewebe gebildet (7, *c. d. f. g*). Die Entstehung des Walles ist das Product eines ähnlichen Wachsthumsprocesses, wie er bei *Lemna* geschildert wurde, mit dem Unterschied, dass auf der älteren Seite einfach nur das Randwachsthum des Sprosses sich nach rückwärts, den Tochtersprosse gleichsam überwölbend, fortsetzt, bis dieser von dem mehr und mehr nach rückwärts vorrückenden Rande überragt wird (XIV, 9. 10), während auf der jüngeren Seite nach der Anlegung der Oberlippe der Tasche die Zellenvermehrung in derselben Weise, wie bei *Lemna*, nach aussen und von da auf den Rand der schon vorher bestehenden Unterlippe derselben, diese noch verlängernd, übergreift und hier vor der Mittellinie des Sprosses endigt; namentlich aber findet sich im Unterschied von *Lemna* das eigenthümliche, mit dem Mangel der Unterlippe auf der ältern Seite in Verbindung stehende Verhältniss, dass die beiden Oberlippen in der Mittellinie des Rückens des Muttersprosses zu einem quer über den Sprossrücken herüber vor der Insertion des Vorblattes sich erstreckenden Wall (*p*, XIV. 9. 10; XV, 2. 3. 4, *b*. 6. 7, *e*) zusammenfliessen. Durch den Spalt zwischen diesem Wall und dem eigentlichen Sprossrücken communicirt die Tasche, in welcher der jüngere Tochtersprosse liegt, und welche sich wie bei *Lemna* mit einem engen und kurzen Schlitz nach oben und hinten öffnet (XV, 7. *f. i*; XIV, 9. 10) nach der andern Seite hin mit der Tasche für den ältern

Tochterspross, oder, was dasselbe ist, mit dem zwischen der untern Fläche des hinteren Sprossrandes und dem Bauchlappen des Vorblattes gelegenen niedrigen Hohlraum.

Von Blättern, in deren Achseln die Tochtersprosse entspringen würden, ist auch bei *S. polyrrhiza* so wenig wie bei *S. oligorrhiza* und wie bei *Lemna* jemals etwas zu finden; dagegen ist leicht ersichtlich, dass die beiden durch die Ursprünge der Tochtersprosse bezeichneten Blattachselstellen mit dem Blatt einen nach $^1/_3$ angeordneten Wirtel repräsentiren, indem die Theile, gegenüber ihrer Stellung bei den vorhin genannten Formen, in übereinstimmender Weise verschoben erscheinen; der Spross hat die mit der Lebensweise der Wasserlinsen in Zusammenhang stehende abgeplattete Gestalt beibehalten, aber seine Flächen sind morphologisch nicht gleichwerthig denen von *Lemna*, obwohl die bei letzterer Gattung zu ergänzenden Blätter zum Theil wirklich entwickelt sind. Die vermittelnde Stellung, welche *S. oligorrhiza*, als mit diesen Blättern schon versehen, aber in den Beziehungen ihrer Flächen sich noch an *Lemna* anschliessend, einnimmt, springt von selbst in die Augen. Was das Vorblatt von *S. polyrrhiza* betrifft, so liegt seine Insertionsmitte so wenig als die des Blattes in der Mediane des Sprosses; sein nach der Bauchfläche umgeschlagener Theil lässt seine Insertion ebenfalls verschoben erscheinen, und zwar nach der ältern Seite um so viel, als die Insertion des Blattes nach der jüngern verschoben ist, so dass es dem Blatt gegenüber zu stehen kommt. Der Bogen, welchen das Vorblatt mit seiner Insertion am Stengel umspannt, ist, wie sich leicht ergibt, beträchtlich grösser als der, welchen die Insertion des Blattes beschreibt, und ferner wiederholt sich hier die Erscheinung, dass die Ränder der beiden Blattgebilde, welche dem langen Weg der Blattspirale nach aufeinander folgend zu denken wären, am Grunde mit einander verwachsen sind. Das Blatt wäre übrigens auch im vorliegenden Fall bei $^1/_2$ Prosenthese vom Vorblatt aus das zweite seines Cyclus, und es würde sich überhaupt, falls die mitgetheilten Deutungen der Natur entsprechen sollten, bei aller äusseren Verschiedenheit und allmäligen Complicirung der Verhältnisse, doch eine in den wesentlichen Puncten vollkommene Uebereinstimmung der gröberen Morphologie von *Wolffia* an durch *Lemna* und *S. oligorrhiza* bis zu *S. polyrrhiza* ergeben.

Dass die nach rück- und auswärts gehende Richtung der Tochtersprosse auch bei *Spirodela* durch eine Zurückschlagung derselben im jugendlichsten Alter bedingt ist, davon überzeugt sowohl die Beobachtung der successiven Lagerung der primären Sprosse, als namentlich die der gewöhnlich, wie bei andern Lemnaceen, vorhandenen und wie dort in aufsteigender Richtung hervortretenden Beisprosse in verschiedenen Perioden; es ist daher aller Grund vorhanden zu der Annahme, dass, den Spross in gewöhnlicher Richtung wachsend gedacht, die Stellung des Vorblattes nach hinten, das Blatt dagegen dem unausgebildeten Tragblatt des Sprosses superponirt sei. Es ist leicht ersichtlich, dass der jugendliche Spross, um diejenige Lage seiner Oberflächen zu erlangen, welche der Lebensweise der Pflanze entspricht, während er sich zurücklegt, gleichzeitig eine mässige Axendrehung seiner Basis erfahren muss, und dass diese Drehung bei den beiden Tochtersprossen nicht den gleichen Grad haben kann; sie muss etwas beträchtlicher sein — über 45° betragen — bei dem jüngeren Tochterspross, als bei dem älteren, bei welchem sie 45° nicht erreicht; bei beiden zielt sie dahin, den der ursprünglichen Anlage nach gegen die Fläche des Muttersprosses hin gekehrten Theil des Umfangs der Tochtersprosse nach hinten zu wenden.

Dass diese Drehung wirklich eintritt, zeigt die Beobachtung der Tochtersprosse, hauptsächlich des der Beobachtung leichter zugänglichen älteren, in successiven Entwicklungsperioden; die Bilder, welche dieser Spross zu verschiedenen Zeiten gewährt, sind, je nach dem an der Lage der blattartigen Organe kenntlichen Theil seines Umfangs, welchen er nach oben kehrt, sehr verschieden; namentlich ist es der Rand des Vorblattes, der bei der Betrachtung des Muttersprosses von der Rückenfläche anfangs im Profil sichtbar ist, während er später, nachdem der Spross sich gedreht hat und das Vorblatt seiner Hauptmasse nach nach oben zu liegen gekommen ist, dem Gesicht entschwindet. Die näheren Ursachen der Axendrehung sind dagegen durchaus nicht zu entdecken; namentlich ist nicht zu ermitteln, ob sie wesentlich nur auf einem Verschobenwerden des Körpers des Tochtersprosses von Seiten des über ihn her wachsenden Gewebswalles beruhen, oder ob die Art der Vermehrung der ausserordentlich kleinen Zellen des meristematischen Gewebes der Sprossbasis vermittelnd eingreift.

Geht man auf die früheren Entwickelungszustände eines jugendlichen Sprosses, soweit sie der Untersuchung zugänglich sind, zurück, in welcher Beziehung namentlich die Beobachtung der Beisprosse von Nutzen ist, so sieht man den Spross anfangs wie bei *Lemna* auftreten in Form eines Höckerchens sehr kleinzelligen Gewebes; an seinem Grund zeigt sich fast unmittelbar nach seinem Erscheinen, jedenfalls nachdem es eine Höhe von $0{,}02^{mm}$ erlangt hat, ein Wulst, welcher sich zuerst auf der dem Vorblatt entsprechenden, der Lage des Tragblattes abgekehrten Seite erhebt (XIV, 1) und in diesem Theil der Circumferenz auch in der Folge eine Zeit lang etwas höher als in den übrigen erscheint. Dieser Wulst umgreift den Spross mit Freibleiben eines einzigen Punctes, nämlich der Stelle, welche der späteren Lage der Grenze zwischen Blatt und Vorblatt an der Bauchfläche des Sprosses entspricht, daher sich hier von Anfang an ein Einschnitt findet (XIV, 2—4) und das Ganze sich in dieser ersten Zeit fast in der Form einer einzigen ungetheilten Niederblattscheide darstellt. Dass sich diese Scheide an verschiedenen Stellen des Umfangs in verschiedener Höhe inseriren würde, konnte ich ebenso wenig als das Gegentheil in diesen frühen Stadien bestimmt nachweisen; der Theil des jungen Sprosses, welcher künftig zum ersten Sprossglied wird, ist, entsprechend der Ausbildungsfolge der Sprossglieder bei den Lemnaceen, noch in sehr unentwickeltem Zustand; allein die so verschiedene Insertionshöhe der verschiedenen Theile nicht blos im ausgebildeten Zustand, sondern überhaupt von dem Zeitpunct an, wo eine Untersuchung dieses Verhältnisses mittelst longitudinaler Durchschnitte gelingt, (z. B. XV, 2) lässt nicht bezweifeln, dass die Insertionslinie der Scheide keine horizontale ist, sondern — und zwar in der Richtung des langen Weges der Blattspirale — schief am Spross hinaufläuft. Das Wachsthum der Scheide erfolgt (XIV, 4) deutlich unter Entstehung von abwechselnd nach 2 Seiten geneigten Scheidewänden in der ganzen Reihe ihrer Randzellen; erst später greifen andere Theilungsvorgänge mit ein, indem einerseits in den unten zu erwähnenden Partieen, welche später mehr als zwei Zellschichten bekommen, die innere der entstandenen 2 Lagen sich durch der Fläche parallele Scheidewände spaltet, andererseits das Randwachsthum zuletzt in die Bildung querer Scheidewände übergeht, und so die Randpartie in mehr oder weniger grossem Umfang einschichtig wird. Die ganze Entwicklung des Blattapparates eilt der des Sprosskörpers in den nächstfolgenden Perioden sehr ansehnlich voraus; dabei ist das Meristem des ersteren wenigstens

so grosszellig, um die nöthigste Einsicht in die Wachsthumsvorgänge zu gewähren, was bei dem des letzteren nicht der Fall ist; nur so viel geht auch bei *Spirodela* aus den Ansichten, welche in verschiedenen Richtungen geführte Sprossdurchschnitte gewähren, und in welchen der Spross in seinem ganzen vordern Theil immer als aus schichtweise geordneten Zellen aufgebaut erscheint, hervor, dass die Verlängerung und Verbreiterung des vorderen Sprossgliedes nicht das Product eines Scheitelwachsthums an ganz beschränkter Stelle, sondern eines auf eine ganze Vegetationslinie sich ausbreitenden Randwachsthums ist.

Es tritt frühzeitig, gewöhnlich bei einer Sprosslänge von 0, 2—0,3^{mm}, eine Periode ein, in welcher der Spross von dem Blattapparat überwachsen und überragt wird, allein die Schnelligkeit, mit welcher dies geschieht, ist in verschiedenen Fällen sehr verschieden, daher die Beobachtung jugendlicher Sprosse eine ausserordentliche und anfangs befremdende Mannigfaltigkeit der Bilder gewährt.

Die nächste im weiteren Verlauf hervortretende Veränderung besteht darin, dass das Randwachsthum des Blattapparats an der dem jüngeren Sprossrand entsprechenden Stelle stillsteht, während es anderwärts fortdauert (XIV, 5. 6), und sich so die Trennung in zwei Lappen auch auf dieser Seite herstellt. Dabei bekommt, indem der Blattapparat stärker als der Spross in die Länge wächst, gleichzeitig das Blatt den Vorsprung vor dem Vorblatt und zieht sich, immer den Sprossflächen angeschmiegt, um den vordern Rand des Sprosses herum auf dessen Rückenfläche (XV, 2. 3. 4), wo es dem Vorblatt begegnet und wo man bald das erstere, bald das letztere mit seinem Rand das andere decken sieht. Ist die Anlage der beiden Blättchen nahezu vollendet, so ändert sich, bei etwa 0,5^{mm} Sprosslänge, das Längenverhältniss, indem nun der Spross in Folge seiner jetzt gesteigerten Weiterentwicklung die Blättchen seinerseits überwächst.

Die beiden Tochtersprosse treten nicht gleichzeitig, aber schnell nach einander, der ältere am Seitenrand, der jüngere auf der künftigen Rückenfläche des Muttersprosses hervor. Es geschieht dies im Verhältniss zu der von dem letzteren erreichten Grösse etwas später als bei *Lemna*. Auch das Auftreten der ersten Wurzel fällt in eine spätere Periode als bei *Lemna*; der Spross ist schon über 0,2^{mm} lang, und es sind dessen beide Tochtersprosse bereits angelegt, wenn im Knotengewebe die erste Wurzel entsteht. Der freie Rand des Bauchlappens des Vorblatts, früher sehr schief zur Längsaxe des Sprosses verlaufend (noch in XIV, 5, *b*), wird in Folge der Verbreiterung des Sprosses in eine mehr quere Richtung gedrängt (XIV, 6), und so stellt sich das Formverhältniss der Theile, wie es zum Ausgangspunct der vorliegenden Betrachtung gewählt wurde, vollends her.

Man könnte über die Deutung des Blattapparates nach verschiedenen Richtungen hin in Zweifel sein; namentlich könnte die Entwickelungsweise und das einseitige Zusammenhängen seiner beiden Theile im fertigen Zustand für seine Auffassung als ein einziges Blatt angeführt werden. Dieses würde seinen wesentlichen Theil in dem oben speciell als Blatt bezeichneten Gebilde haben, welches vermöge seiner höheren Insertion und seiner nachher zu erwähnenden zusammengesetzteren Structur sich unzweifelhaft als der wichtigste Theil des ganzen Blattapparates darstellt. Was als Vorblatt bezeichnet wurde, würde alsdann eine stark am Stengel herablaufende Blattscheide darstellen, welche auf der Rückenfläche des Sprosses in einen abgerundeten Lappen,

etwa vergleichbar dem vor der *Plumula* gelegenen Lappen der Cotyledonarscheide vieler Gräser, verlängert wäre. Das Vorblatt selbst wäre so gut wie die beiden fruchtbaren Wirtelblätter unentwickelt. Man könnte endlich das Vorblatt, da es ohnehin einen grösseren Bogen umgreift als das Blatt, als aus 2 Wirtelblättern verwachsen sich vorstellen und alsdann den dreizähligen Blattcyclus vollständig entwickelt finden; die beiden Tochtersprosse würden in den Achseln der zwei verwachsenen Blätter stehen. Für die letztere Auffassungsweise scheint es durchaus an positiven Anhaltspuncten zu fehlen, und auch gegen die vorige scheint mir schon an sich der so auffallende Höhenunterschied der Insertionen der verschiedenen Theile zu sprechen, abgesehen von den positiven Gründen, welche die Vergleichung mit *S. oligorrhiza* und der dadurch hergestellte Zusammenhang mit *Lemna* und *Wolffia* für die oben vorangestellte Auffassung an die Hand zu geben scheint. Was bei letzterer, die bei dem Allen auch die einfachste und nächstliegende ist, eine Schwierigkeit involvirt, ist wohl vornehmlich die einseitige Verwachsung von Vorblatt und Wirtelblatt, während das letztere, wenn man sich entsprechend den sonstigen Regeln der Blattstellung die Aufeinanderfolge der einzelnen Blätter in der obigen Weise denkt, nicht das erste, sondern das zweite seines Cyclus, wenn auch das einzige ausgebildete desselben ist. Dagegen dürfte an sich das von Anfang an verbundene Hervorsprossen des Vorblattes und Blattes keinen triftigen Grund gegen die vorgetragene Betrachtungsweise enthalten angesichts der so häufigen Analogieen, wie sie die Entwickelungsgeschichte sowohl in der vegetativen als namentlich in der generativen Sphäre an die Hand gibt.

Das erste mediane Fibrovasalbündel, welches bei einer Länge des Sprosses von etwa $0{,}15^{mm}$ hervortritt und in welchem alsbald eine Reihe getrennter, mit schiefen Wandungen einander anliegender Gefässzellen erscheint, verläuft anfangs gerade nach vorn; die folgenden entwickeln sich, vom Knoten ausgehend, in bogenförmiger Richtung; sind ihrer etliche Paare angelegt, so nimmt das mediane selbst in Folge der geförderten Entwicklung der älteren Seite des Sprosses einen nach dieser gekrümmten Verlauf an (XIV, 9). Die nach vorn stark convergirenden Sprossnerven nähern sich mit ihren vorderen Enden einander fast bis zur Bildung von Schlingen, ohne dass es aber ganz zu letzterer kommt. Indem sich die Sprossränder verbreitern, bilden sich nach aussen neue Nerven hinzu, von denen die äusseren stark nach rückwärts in den Bereich des ersten Sprossglieds hinein gerichtete Bögen beschreiben; die äussersten geben ihrerseits noch stärker rückläufige Seitenzweige ab (die äussersten Seitennerven entspringen daher gewöhnlich nicht mehr aus dem Knoten); ausserdem aber werden bei kräftigen Sprossen in die Zwischenräume zwischen den mittleren primär angelegten Sprossnerven nachträglich noch einige weitere, 1—3 jederseits, in einen Zwischenraum einer, eingeschaltet, welche zärter, oft schwierig wahrnehmbar und durchaus nicht bei allen Formen vorhanden sind und eine geringere, oft nur die halbe Länge der primären erreichen. Während daher die Zahl der eigentlich primär vom Knoten ausgehenden Gefässbündel selbst bei kräftigen Sprossen nur 3—6 jederseits beträgt, steigt ihre Zahl durch die genannten secundären und intercalaren Bündel bei *S. polyrrhiza* im günstigen Fall auf 10—11 Paare, in welcher Beziehung die ältere Seitenhälfte sehr gewöhnlich vor der andern um 1 bevorzugt ist. Bei den Formen der *S. oligorrhiza* finden sich stets 2 Paare von Bündeln, häufig noch ein drittes und selbst viertes, wobei die äusseren ebenfalls von dem zweiten Seitennerven statt direct vom Knoten auszugehen pflegen; selten

sind die Sprossnerven bei diesen Pflanzen leicht, häufig nur schwierig und mittelst genauerer Durchmusterung der durch Aetzkali durchsichtig gemachten Sprosse wahrnehmbar. Wie bei *Lemna* erheben sich die Bündel, indem sie vom Knoten aus vorwärts gehen, gleichzeitig etwas nach der Rückenfläche hin, während der das erste Glied durchziehende Mittelnerv im Niveau des Bauchtheiles des Sprosses verläuft; namentlich verlaufen daher auch die äusseren und rückläufigen Bündel durchaus im Gewebe der Decken der zwei Sprosstaschen.

Die der Anlegung der Nerven in einem Sprosstheil unmittelbar folgende Bildung der Lufthöhlen ist die Wirkung derselben Modification der Wachsthumsvorgänge wie bei *Lemna*. Diese Modification tritt zuerst im Bauchtheil des Sprosses ein, dann auch im Rückentheil, daher dort die Lufthöhlen auch späterhin weiter und höher zu sein pflegen. In der Mitte und Basis des zweiten Sprossgliedes entwickeln sich auf diese Weise bei *S. polyrrhiza* 3 Stockwerke von Lufthöhlen, gegen den Seiten- und vordern Rand hin 2 und endlich nur eins; die 2 oberen Stockwerke setzen sich nach rückwärts in die Oberlippen der 2 Taschen und das Mittelstück zwischen denselben fort, sinken jedoch auch hier allmälig auf 1 herab, und endlich entwickelt sich noch eine Schicht von Lufthöhlen sowohl in der Unterlippe der Sprosstasche der jüngeren Seite als in dem den Boden der andern Tasche bilden helfenden Ursprungstheil des Bauchlappens des Vorblattes, während im Uebrigen die Blattgebilde ohne Lufthöhlenbildung bleiben.

Wie bei *Lemna* erfährt das zweite Sprossglied seine Ausbildung zu einer Zeit, wo im ersten noch das Randwachsthum der Taschenlippen und die intercalare Zellenvermehrung fortdauern; die beiden Taschen gemeinsame Oberlippe krämpt sich, durch das Vorblatt in seiner rückwärts gehenden Wachsthumsrichtung behindert, auf der älteren Seite nach unten und vorn um, den hier liegenden Tochtersprosse etwas umgreifend, während auf der jüngeren Seite die Unterlippe über jene etwas heraufwächst (in ähnlicher Weise wie in X, 3; XIII, 8) und sich etwas über sie herüberlegt. Sowohl die Gesammtform des Sprosses als das gegenseitige Verhältniss der Dimensionen seiner verschiedenen Theile ist zu verschiedenen Zeiten sehr wechselnd. Anfangs von länglicher Form wird der etwa $0{,}5^{mm}$ lang gewordene Spross in Folge der Breitenentwicklung seines zweiten Gliedes bei gehemmtem Wachsthum seines ersten quer breiter, welches Verhältniss sich von da an, wo das erste Sprossglied anfängt sich stark zu dehnen ($2{,}5^{mm}$ Länge) wieder zu Gunsten des Längsdurchmessers ändert. Der zweite Sprossglied ist stets beträchtlich, im fertigen Zustande 1,8—2,5mal, in einer gewissen früheren Periode, vor Beginn der Dehnung im ersten, 5—6mal länger als das letztere. Die Contour der Tasche der jüngeren Seite ist, von der Fläche gesehen, anfangs stets breiter als lang, zeitweise in sehr starkem Verhältniss, bis die schliessliche beträchtliche Längsstreckung des ersten Sprossgliedes das Verhältniss umkehrt. Ihr vorderer geschlossener, an das zweite Glied grenzender Rand beschreibt in früheren Stadien eine quer zur Längsaxe des Sprosses verlaufende Bogenlinie (XIV, 10); verhältnissmässig spät verwandelt sich diese, wie bei *Lemna*, in eine nach aussen und vorn gerichtete (XV, 9—13).

Wie bei *Lemna*, so ist auch bei den Spirodelen die Gestalt der Sprosse, und zwar in ziemlich bedeutendem Grad, in der Weise asymmetrisch, dass die Seite des älteren Tochtersprosses die geförderte ist und an der äussern Gestalt die Richtung der Blattwendung ohne Weiteres erkannt werden kann; ein Spross, dessen geförderte Seite zur linken Hand liegt (XV, 12, ebenso 9. 10. 11,

welche umgedreht sind), würde nach den obigen Andeutungen und unter den obigen Voraussetzungen eine nach dem langen Weg linksläufige Blattwendung haben und umgekehrt. Ebenso sind auch hier die einander entstammenden Generationen, die Beisprosse mit eingeschlossen, homodrom und gleichgestaltet. Man trifft in der That an manchen Localitäten von der sich in unsern Gegenden fast nur vegetativ vermehrenden *S. polyrrhiza* nur einerlei Individuen, und zwar, so weit meine Beobachtungen reichen, weit häufiger links geförderte, obwohl auch die andere Sorte nicht zu den Seltenheiten gehört und an gewissen Orten beide Formen vermischt leben. Dass letzteres Vorkommen von einer ausnahmsweise eintretenden Abweichung von der Homodromie abhängen könnte, ist nicht bestimmt in Abrede zu stellen; positive Erfahrungen in dieser Richtung habe ich aber bei Durchsicht ansehnlicher Quantitäten von Stöcken dieser Pflanze von verschiedenen Orten nicht machen können. Nicht ganz selten trifft man auf der geförderten Seite einen minder vorgeschrittenen Tochterspross als auf der andern; jener ist alsdann nachträglich von dem Schwesterspross überholt worden; in manchen Fällen beruht übrigens dieses Verhalten auch darauf, dass die geförderte Seite schon ihren Beispross entwickelt, während der primäre sich abgelöst hat.

Die Anlage eines Sprossstiels erfolgt bei *S. polyrrhiza* in ähnlicher Weise wie bei *L. minor* und *gibba* durch Entstehung von queren, sich basipetal wiederholenden Scheidewänden in der unmittelbar an die Insertion des Vorblatts stossenden Zellenlage, nachdem das Wachsthum des Sprosskörpers selbst auch an der Basis seinen Abschluss gefunden hat. Was dagegen den Sprossstiel dieser Pflanze (und wie es scheint auch von *S. oligorrhiza*) von dem der *Lemna*-Arten unterscheidet, ist, dass er seinerseits wieder, nachdem er gebildet ist, sich von dem Körper seines eigenen Sprosses abgliedert, indem jetzt in der an letzteren grenzenden Zellenlage des Stiels eine geringe Zahl von basifugalen Theilungen erfolgt. Der Sprossstiel entspricht in seinem übrigen Bau dem von *Lemna minor* und *gibba*, ist aber, trotz seiner oft nicht unbeträchtlichen Länge, doch ein unter allen Umständen zur Elimination aus seinen beiderseitigen Verbindungen bestimmtes Gebilde; man sieht nicht selten Sprosse, welche sich sammt ihrem Stiel vom Muttersprosse spontan gelöst haben, noch häufiger aber bei *S. polyrrhiza* Muttersprosse, in deren Taschen Stiele von abgelösten Tochtersprossen stecken geblieben sind. In beiden Fällen löst sich der Stiel bald auch von der noch verbundenen Seite ab. Zusammengenommen mit den verschiedenen bei *Wolffia* und *Lemna* vorkommenden Modificationen ergibt sich nach dem Gesagten eine ansehnliche Mannigfaltigkeit von Combinationen schon in dem Verhalten dieses relativ so unbedeutenden Theils des vegetativen Körpers der Wasserlinsen.

Wintersprosse.

Das Gesagte bezieht sich zunächst auf die gewöhnlichen während der Vegetationsperiode sich entwickelnden Sprosse der *S. polyrrhiza*. Es ist nun aber bekannt,[1]) dass bei dieser Pflanze zum Behuf der Ueberwinterung eine eigenthümliche Form von Sprossen gebildet wird, welche sich von jenen durch geringere Grösse und fast nierenförmige Gestalt schon

1) Hoffmann a. a. O. p. 231.

äusserlich unterscheiden. Ob diese Wintersprosse (*h*, XV, 12. 13) auch in wärmeren Heimathländern der Pflanze gebildet werden oder ob hier eine ununterbrochene Vegetation stattfindet, ist bei dem Mangel an Nachrichten hierüber nicht schlechtweg zu entscheiden, doch Letzteres fast unzweifelhaft.[1]) Die unterscheidenden Merkmale der Wintersprosse sind übrigens noch zahlreicher und bedeutender als aus den seither vorhandenen Angaben geschlossen werden könnte. Während ihr morphologischer Aufbau in seinen Grundzügen sich von dem der Sommersprosse nicht unterscheidet, so ist zunächst charakteristisch, dass das erste Sprossglied, also hauptsächlich die Wandungen der beiden Sprosstaschen mit den darin eingeschlossenen Tochtersprossen in ungedehntem, gleichsam im Knospenzustand, verharren, während das zweite Glied eine mässige Entwicklung erfährt und dadurch geeignet wird, einen Behälter für Nahrungsstoffe abzugeben; und dies ist es, was ihre quer breite Form bedingt. Ferner hängt hiermit zusammen, dass die Zahl der Fibrovasalstränge sehr beschränkt bleibt und nur 3—4 jederseits beträgt. Weiterhin entwickeln sich durchaus keine Lufthöhlen, und das Unterbleiben der Bildung dieser zu einer Zeit, wo dieselbe bei den Sommersprossen erfolgt, ist das erste Anzeichen, dass ein Winterspross gebildet wird; der Winterspross besteht aus zwar lockerem, aber nicht cavernösem Parenchym, in dessen Chlorophyllkörnern sich ungewöhnlich grosse (im grössten Durchmesser bis zu $0{,}0225^{mm}$ haltende), das ganze Chlorophyllkorn endlich ausfüllende Stärkekörner bilden; solche in Stärkebildung aufgegangene Chlorophyllkörner erfüllen die Zellen strotzend in der Weise, dass sich ihrer gewöhnlich nur wenige in einer Zelle finden, Umstände, mit welchen das eigenthümlich opake Aussehen dieser Sprosse, an dem sie zu jeder Jahreszeit leicht zu erkennen sind, sowie ihr beträchtlicheres Gewicht, das sie, von ihren Muttersprossen isolirt, im Wasser zu Boden sinken lässt, und ihre geringere Grösse in Verbindung stehen. Die Wintersprosse bilden, was die Richtung der Blattspirale betrifft, mit ihren Eltern und ihrer Nachkommenschaft fortlaufende Reihen, sind übrigens selbst von nur schwach asymmetrischer Form, welche erst bei der im Frühjahr erfolgenden Weiterentwicklung und der damit verbundenen starken Dehnung der Sprosstaschen sich mehr asymmetrisch gestaltet. Sie sind von ihrem Sprossstiel, der gerade bei ihnen ansehnlich lang wird (im günstigsten Fall 2^{mm}), sehr scharf abgegrenzt, während sich dieser bei den Sommersprossen nach vorn etwas wenig verbreitert und der Uebergang in den Sprosskörper etwas weniger schroff wird. Sie entwickeln endlich nur eine geringe Anzahl von Wurzeln (2—3) und auch diese nicht über die ersten Anfänge hinaus; erst bei der späteren Weiterentwicklung wachsen dieselben etwas in die Länge, bringen es aber nie zu einer dauerhafteren Existenz. Sie überwintern auf dem Grunde des Wassers mit geschlossenen Spaltöffnungen; das Wiederaufsteigen im Frühjahr ist die Folge der Weiterentwicklung ihrer Lufthöhlen bildenden Nachkommenschaft mit gleichzeitigem Aufgezehrtwerden des aufgespeicherten Stärkevorraths, welcher in ihnen ganz oder fast verschwunden ist, nachdem die noch einige Wochen lang mit ihnen in Verbindung stehenden Tochtersprosse ihr Wachsthum vollendet haben. Wie bei *Wolffia arrhiza* sieht man die Bildung und das Niedersinken

1) Exemplare der *S. polyrrhiza*, im November 1867 von E. Hilgard in Louisiana gesammelt, also zu einer Zeit, wo in Europa längst die Wintersprosse gebildet, die Sommersprosse abgestorben sind, enthalten keine Spur von ersteren.

der Wintersprosse und ihre Weiterentwicklung in der nächsten Vegetationsperiode auch bei der Zimmercultur ganz regelmässig erfolgen; sommerliche Individuen, welche auf dem Wasserspiegel überwintert hätten, habe ich nie beobachten können. Die Pflanze muss also, selbst wenn sie sich anderwärts anders verhalten sollte, jedenfalls in gemässigten Gegenden vermöge einer strengen Gewöhnung an abwechselnde Hervorbringung von zweierlei Individuen durchaus gebunden sein; ohnehin lässt sich auch im Freien leicht beobachten, dass die Bildung der Wintersprosse keineswegs mit dem Eintritt niedrigerer Temperatur zusammenhängt. Während im Mai, selbst im Juni, noch die alten Wintersprosse gefunden werden, erfolgt die Anlegung der neuen schon wieder vom Juni an, und die Zahl der sich dazwischen einschiebenden Generationen von Sommersprossen ist stets eine nur ganz beschränkte; sie ist aber keineswegs eine fest bestimmte, sondern wechselt nach den Lebensverhältnissen der Pflanze. Man kann bezüglich der gegenseitigen Abstammung sommerlicher und winterlicher Individuen alle möglichen Combinationen beobachten; eines der ersteren kann zwei der letzteren, oder aber aus seiner älteren Blattachsel noch ein sommerliches, aus seiner jüngsten schon ein winterliches erzeugen. Ein Winterspross kann ferner in der Folge unter günstigen Umständen seine beiden Tochtersprosse als Sommersprosse entwickeln (XV, 13); wie aber überhaupt sehr häufig einer der Tochtersprosse unentwickelt bleibt, so auch hier; die Auszweigung aus der ältern Blattachsel kann sich, bei steter Entwicklung der älteren und geförderten Zweige, bis zur 6ten Generation — weiter sah ich es in den untersuchten Fällen nicht gehen — in Form von Sommersprossen fortsetzen, geht aber alsdann wieder in Hervorbringung einer für den Ruhezustand bestimmten Generation zurück, wogegen unter wenig günstigen Verhältnissen es vorkommen kann, dass schon die dritte Generation, wenigstens was die Verzweigung aus der jüngeren Blattachsel betrifft, wieder ein Winterspross ist, also nur ein einziger Sommerspross in die Entwicklungsreihe eingeschaltet ist. Zahlreiche andere Fälle halten die Mitte zwischen diesen Extremen. Die Vermehrung der Pflanze fällt ganz in die ersten Wochen nach dem Erwachen der Vegetation.

Bei der Weiterentwicklung erfahren die Wintersprosse durch die Dehnung ihrer Zellen eine mässige, aber die der Sommersprosse nicht erreichende Vergrösserung; sind sie im Herbst 1,9—2,1^{mm} breit, gewöhnlich bei 1,4^{mm} Länge, so strecken sie sich jetzt auf eine Breite von 3 und 3,5^{mm} und eine Länge von 2—2,8^{mm}, wobei sich in verschiedenen Theilen eine Anzahl von grösseren unregelmässig begrenzten Luftlücken durch einfaches stärkeres Auseinanderweichen der schon vorher locker verbundenen und abgerundeten Zellen, also in anderer Weise als bei der Höhlenbildung der Sommersprosse, entwickeln kann.

Anatomisches.

In verschiedenen Theilen des Gewebes der Sprosse von *S. polyrrhiza* tritt in bestimmten Zellen frühzeitig eine hochrothe, dem Violettrothen sich nähernde Färbung des Zellsaftes durch ein darin gelöstes Pigment ein unter Verschwinden der jugendlichen Chlorophyllkörner, daher in den betreffenden Zellen sich keine Stärke ablagert. Wo solche Zellen in zusammenhängenden Gruppen beisammenliegen, wie namentlich in der subepidermidalen Schicht der Bauchfläche der Sprosse, da bedingen sie die bekannte rothe Färbung dieser Fläche sowohl bei den Sommer-

als bei den Wintersprossen; zahlreiche, aber mehr zerstreute derartige Zellen kommen aber auch in der subepidermidalen Schicht der Rückenfläche und sonst durch das innere Gewebe vor. So lange die betreffenden Sprosstheile noch jugendlich sind, wie namentlich die Wintersprosse im Herbst, ist der rothe Farbstoff durch Weingeist vollständig ausziehbar; in älteren Sommersprossen und z. B. in den überwinterten Wintersprossen dagegen bleibt nach Einwirkung von Weingeist eine die Zellhöhle ausfüllende, bald homogen aussehende, bald feinkörnige braune Substanz zurück, welche auch nach dem Eintrocknen der Pflanzen in den betreffenden Zellen sich findet und sich von dem in den Wolffien vorkommenden braunen Pigment durch ihre Unlöslichkeit in kochender Kalilösung unterscheidet; auch gegen concentrirte Schwefelsäure ist sie sehr resistent und löst sich in derselben, während das ganze Gewebe durch Aufquellen unkenntlich wird, nur langsam im Verlauf etlicher Tage von den Oberflächen her auf. Braune Pigmentzellen von ganz demselben Aussehen trifft man nun auch in verschiedenen Theilen von getrockneter *S. oligorrhiza* meist in noch grösserer Anzahl; selbst die Epidermiszellen der Bauchfläche der Sprosse sind bei dieser Pflanze grossentheils zu Pigmentzellen geworden. Im frischen Zustand wird der rothe Saft durch Aether veilchenblau, durch Chlorzinkjodlösung, welche wie Glycerin auf die Flüssigkeit stark exosmotisch wirkt, nach einiger Zeit schwarzblau, die übrigen Reactionen entsprechen den früher erwähnten des rothen Farbstoffs der *L. gibba*.

Wie bei den *Lemna*-Arten krystallisirt kleesaurer Kalk in Form von Rhaphidenbüscheln in den noch in Zellenvermehrung begriffenen Gewebtheilen des Sprosses und der Blattorgane aus im Innern bestimmter ungetheilt bleibender und darum ihre Nachbarinnen an Grösse übertreffender Zellen. Erst später, nach vollendeter Anlegung der Zellenzahl der Theile, werden gewisse den sonstigen Inhalt alsdann verlierende Zellen der Sitz einer zweiten bei andern Lemnaceen nicht vorkommenden Form oxalsaurer Kalkablagerungen, welche als morgensternförmige Drusen erscheinen. Solche Drusenzellen, welche an Grösse hinter den übrigen zurückbleiben und von der Druse fast vollständig ausgefüllt werden, finden sich bei *S. polyrrhiza* in beträchtlicher Zahl in der subepidermidalen Zellschicht der Rückenfläche und in dem Parenchym in der Umgebung des Knotens, mehr vereinzelt und zerstreut in der untern subepidermidalen Zellschicht und in den Zwischenwänden zwischen den Lufthöhlen; sie kommen nicht selten zu 2, bisweilen selbst zu 3 gruppirt vor, doch ist ihre Zahl bei *S. polyrrhiza* viel beschränkter als bei manchen Formen der *S. oligorrhiza*, welche zugleich an Pigment reicher sind, und bei welchen ganze Haufen und Reihen solcher überdies noch grössere Drusen einschliessenden Zellen namentlich im Gewebe der Randpartie der Sprosse gefunden werden. Bei der erstgenannten Art vermisst man die Drusen in den Ueberwinterungssprossen fast ganz, ich habe sie nur ausnahmsweise und einzeln darin gefunden, während dieselben Rhaphidenzellen in der Art der Sommersprosse enthalten. Die Frage nach der physiologischen Bedeutung derartiger Ablagerungen ist nach Allem, was für ihre Lösung beizubringen versucht worden ist, ohne Zweifel noch weit entfernt zur Beantwortung reif zu sein und lässt sich am allerwenigsten nach Erfahrungen bei einer einzelnen Pflanzengruppe entscheiden. Dürfte aber der vorliegende Fall in irgend einer Weise für einen Schluss verwerthet werden, so wäre es, da die Wintersprosse sich von den Sommersprossen wesentlich durch Aufspeicherung der bei letzteren sofort zur Wieder-

verwendung kommenden Kohlenhydrate bei Stillstehen des Wachsthums unterscheiden, offenbar in der Richtung, dass die Oxalsäure eher ein bei der Wiederverwendung assimilirter Verbindungen zum Zweck des Wachsthums als bei der Bildung solcher Verbindungen entstehendes Product sein möchte. Das chemisch-physikalische Verhalten der Drusen ist in zahlreichen untersuchten Fällen übereinstimmend gewesen. Das Innere der Drusen zeigt einen gewöhnlich deutlich durchschimmernden bräunlichen, aus nicht näher bestimmbarer organischer Substanz bestehenden Kern. Nach mehrmaligem Auswaschen geeigneter Präparate mit verdünnter Salpetersäure ist nicht nur der kleesaure Kalk aufgelöst, sondern auch die braune Färbung verschwunden; als Residuum der Druse findet sich noch ein rundlicher, undeutlich contourirter und so ziemlich die Grösse der Druse besitzender Ballen einer feinkörnigen Substanz, welche nach Auswaschen mit Wasser durch Zusatz von concentrirter Schwefelsäure sich gleichzeitig mit den benachbarten Zellenmembranen auflöst, dagegen an der Färbung der letztern durch Chlorzinkjodlösung keinen Antheil nimmt, daher weder aus Kieselsäure noch aus gewöhnlichem Zellstoff besteht. Eben so wenig ist es möglich, Zellstoffstränge, welche die Druse mit der Wandung ihrer Zelle verbinden würden, aufzufinden.

Die Blattorgane zeigen ihrer Wachsthumsweise entsprechend (p. 77) im jugendlichen Zustand deutlich Anordnung ihrer polygonalen oder fast quadratischen Zellen in Längsreihen, allein diese verwischt sich frühzeitig, und die Wandungen greifen an gewissen Stellen mit ihren epidermisartig-sinuös werdenden Umrissen in einander. Obwohl das Wachsthum der Blättchen ein marginales ist, so beginnt doch die Dehnung an den Rändern und schreitet erst von hier aus wieder zur Basis zurück. In der Basis des Vorblattes trennt sich von der inneren der 2 ursprünglichen Zellenlagen eine mittlere ab, worauf die 2 jetzt vorhandenen oberflächlichen sich noch in Richtung der Fläche vermehren. Das Vorblatt besteht nach dem früher Gesagten in seiner Randpartie aus einer einzigen, weiter nach rückwärts aus 2 Lagen (XIV, 11) sinuöser epidermidaler Zellen; gegen die Basis hin werden diese Zellen kleiner und geradlinig-polygonal und es schiebt sich eine Schicht grösserer Parenchymzellen, ganz nach rückwärts an der Insertion selbst eine zweite und dritte derartige Schicht zwischen sie. Die randständigen Zellenreihen dehnen sich nur wenig in die Länge, bestehen daher aus kurzen, nur in der Richtung des Randes ausgezogenen Elementen. Die Grenzen zwischen dem 1- und 2schichtigen, sowie zwischen dem 2- und 3schichtigen Theil haben die Form dem Rand annähernd paralleler, aber zum Theil stark ausgezackter Bogenlinien; zahlreiche Zellen sind Pigmentzellen sowohl in dem zweischichtigen rein epidermidalen Theil, wo die Pigmentzellen so zahlreich werden können, dass die pigmentlosen nur in kleinen Gruppen oder einzeln zwischen sie eingesprengt erscheinen, als in dem dreischichtigen; in der Parenchymschicht des letztern liegen rothsaftige im Uebrigen inhaltslose Zellen vertheilt zwischen den übrigen, um sie eine Art Netzwerk bildenden, in welchen sich Stärke einfindet, namentlich bei den Wintersprossen in grosser Masse; diese Substanz tritt hier, wie auch im Blatt, entsprechend der frühzeitigeren Entwicklung der Blattorgane, weit früher auf als in der Axe. Der Bauchlappen verhält sich insofern eigenthümlich, als er in seinem mit dem Sprosskörper in Verbindung stehenden Ursprungstheil ein mehrschichtiges stärkeführendes Parenchym enthält, gleicht dagegen in dem Bau seines 2- und

1schichtigen Randtheils ganz dem übrigen Vorblatt. Bei *S. oligorrhiza*, wo der Bauchlappen des Vorblattes den morphologischen Verhältnissen gemäss fehlt, hat das Vorblatt sonst einen ähnlichen Bau wie bei *S. polyrrhiza*, doch geht es früher zu Grund und seine Zellen werden daher nicht oder kaum buchtig (XVI, 8); der vordere Theil des Blattes stellt einen breiten pigmentlosen oder pigmentzellenarmen Saum dar, während die Basis oft von einer zusammenhängenden Gruppe von Pigmentzellen gebildet wird.

Das Blatt bietet zum Theil andere Verhältnisse dar: die mehrschichtige Basis, deren Zellen bei den Wintersprossen sich stark mit Stärke füllen, ist durch eine leicht gezackte Bogenlinie ziemlich schroff gegen eine zweischichtige und diese wieder ebenso von einer einschichtigen Randpartie, welche namentlich den rückläufigen Seitenlappen, falls er vorhanden ist (XIV, 8, *b*; XV, 5) ausschliesslich bildet, abgegrenzt. Der zweischichtige Theil hat nur an der äussern (dem Spross abgekehrten) Fläche eine Lage von kleineren, polygonalen, wenig sinuösen Epidermiszellen; dagegen ist die innere Zelllage viel grosszelliger, enthält namentlich grosse Pigmentzellen und in der Richtung des freien Randes des Blattes langgestreckte Rhaphidenzellen. Bei dem mehrschichtigen Theil ist nur die Zahl der Parenchymschichten vermehrt, dagegen hört beim Uebergang in dem einschichtigen Theil die Parenchymlage einfach auf, während die Zellen der sich fortsetzenden Epidermisschicht mehr in Richtung des Randes gestreckt werden; auch hier sind noch einzelne pigmenthaltige Zellen zwischen den pigmentlosen eingestreut. Bei *S. oligorrhiza* enthält das Parenchym des Blattes (XVI, 9), dessen einschichtiger Theil sehr schmal ist, ausser den andern genannten Zellenformen namentlich auch häufig — doch nicht immer — zahlreiche reihen- und gruppenweise angeordnete Drusenzellen, welche bei *S. polyrrhiza* im Blatt fehlen.

Das spätere Schicksal der Blattorgane ist ein etwas verschiedenes. Durch die Entwicklung der Wurzeln wird das Blatt in seiner Existenz früher beeinträchtigt als das Vorblatt; gleichwohl erhält sich jenes mehr oder weniger vollständig mit Ausnahme des sich allmählich zersetzenden Randes und namentlich des nach rückwärts herablaufenden Theiles, von welchem das Vorblatt abgerissen wird, bis zum erwachsenen Zustand des Pflänzchens (XV, 10; XVI, 3). Das Vorblatt erhält sich länger intact, wird aber zu einer gewissen Zeit als Ganzes abgeworfen; wenn sich nämlich bei der letzten Streckung der Axe die beiden Oberlippen der Sprosstaschen und die sie verbindende Querleiste (*p*, XVI, 12; XIV, 9, 10) zu einem breiten und scharfrandigen Kamm ausziehen, so wird das Vorblatt hierdurch von seiner Insertion auf dem Rücken der Sprossbasis abgedrängt und rückwärts gestülpt. Eine Ausnahme macht bei *S. polyrrhiza* der Bauchlappen des Vorblattes, welcher, die untere Wandung der älteren Sprosstasche bildend, stehen bleibt und noch bei erwachsenen Individuen in Gestalt eines lamellenförmigen Anhangs am Spross (*a'*, XV, 9—11) gefunden wird. Schon dieser Lappen zeichnet *S. polyrrhiza* vor allen übrigen Lemnaceen aus. Kommt der jüngere Tochterspross zur Entwicklung, so wird auf der andern Seite durch seinen Austritt ein ähnlicher Lappen gebildet (XV, 11, *c*), welcher aber wesentlich andere Bedeutung besitzt: die Schlitzung der betreffenden Tasche geschieht bei *S. polyrrhiza* nicht am freien Sprossrand, sondern mehr an der Bauchfläche, entsprechend einer den geschlossenen bogenförmigen Rand der Taschenhöhle bezeichnenden Linie.

Die Structurverhältnisse der erwachsenen Sprosse bieten, abgesehen von den ge-

legentlich hervorgehobenen Unterschieden, grosse Analogie mit denen bei den *Lemna*-Arten dar. Die Rückenfläche sämmtlicher *Spirodela*-Formen zeigt bei schiefer Betrachtung eine Anzahl feiner höckerförmiger Knötchen, welche bei *S. polyrrhiza* zum Theil dem Verlauf der Sprossnerven, namentlich des Mittelnerven und der inneren Seitennerven an der Basis des zweiten Sprossgliedes folgen, zum Theil aber auch regellos zerstreut sind und durch eine leichte Vorwölbung der subepidermidalen Zellpartien an beschränkten Stellen bedingt werden. Die subepidermidale Schicht der Rückenfläche ist lockerzellig und besitzt unter den Spaltöffnungen grössere Lücken (XIV, 12), während die der Bauchfläche aus compact verbundenen tafelförmigen Zellen besteht; die die Taschen auskleidende Zellschicht verhält sich von Seiten des zum Theil aus Chlorophyllkörnern, zum Theil aus Pigment und Rhaphidenbüscheln bestehenden Inhaltes als Parenchym, hat aber sinuöse Zellencontouren; buchtige Formen nehmen übrigens auch die Zellen der Zwischenwände zwischen den weiten Lufthöhlen des Bauchtheils an. Die Epidermis der Spirodelen ist beträchtlich kleinzelliger als die der *Lemna*-Arten und zeigt einen auffallenden Unterschied zwischen Oben und Unten; die Epidermiszellen der Rückenfläche nehmen, bei *S. oligorrhiza* (XVI, 14) noch mehr als bei *S. polyrrhiza* (XIV, 12), einigermassen in regellosen Richtungen längliche Formen an, während die der Bauchfläche mehr isodiametrisch bleiben; beide sind gewöhnlich in mässigem Grad buchtig contourirt, die ventralen bei *S. polyrrhiza* bisweilen fast geradlinig-polygonal, bei *S. oligorrhiza* (XVI, 15) im Allgemeinen stärker sinuös. Bald deutlicher, bald weniger stark ausgeprägt, aber bei sämmtlichen Formen der *S. oligorrhiza* an manchen Individuen zu finden sind knötchenförmige Verdickungen der Seitenwandungen der Epidermiszellen der Rückenfläche (XVI, 17). Die Epidermis der Wintersprosse der *S. polyrrhiza* ist derbwandiger als die der Sommersprosse, dabei an der Aussenfläche stark cuticularisirt und gerade bei ihnen auf der Bauchfläche vorzugsweise aus kleinen, fast geradlinig-polygonalen Zellen zusammengesetzt. An den dünnen Taschenrändern wird nach der Aufschlitzung häufig die Epidermis streckenweise, wie an verschiedenen anderen Theilen der Lemnaceen, abgestossen unter Zurücklassung der Seitenwandungen in Gestalt kleiner Leistchen. Deutlicher als bei den andern Lemnaceen ist bei den Sommersprossen der *S. polyrrhiza* der Grund der schwierigen Benetzbarkeit der glänzenden Rückenfläche zu erkennen: die Cuticula ist — übrigens auch bei *L. minor* u. A. — in ihren äusseren Lagen in einen Ueberzug einer dickflüssigen, in Aether löslichen, in Wasser zu glänzenden Tropfen zusammenfliessenden Substanz umgesetzt; bei den Wintersprossen fehlt diese Eigenthümlichkeit. Die zahlreichen Spaltöffnungen entsprechen in ihren Beziehungen zu dem Niveau der Epidermis (XV, 14), zu der Richtung der Sprossnerven und Sprossränder und zur Cuticula denen von *Lemna*, unterscheiden sich jedoch darin, dass sie bei allen Formen im erwachsenen Zustand stärkehaltige Chlorophyllkörner zu führen pflegen.

Die Fibrovasalstränge unterscheiden sich von denen der in dieser Beziehung höher organisirten *Lemna*-Arten (*L. gibba, minor*) nur dadurch, dass es nicht zu einer nur einmaligen Anlegung von ring- und spiralstückförmig verdickten Gefässzellen kommt, sondern dass sich dieselbe an einer und derselben Stelle ihres Verlaufs wiederholt, und dass daher diese Bildungen auch im erwachsenen Zustand allenthalben aufzufinden sind; indessen ergibt sich selbst in dieser Beziehung ein Fortschritt in der Reihe der Spirodelen in der Weise, dass die mit den

zahlreichsten Strängen ausgestattete *S. polyrrhiza* auch die reichste Bildung von Gefässzellen zeigt. Ihre Enden sind stumpf zugespitzt; im Sprossknoten entwickelt sich eine umfänglichere aus kurzen Ringzellen bestehende Holzmasse. Die zahlreichen begleitenden glattwandigen, spindelförmigen Prosenchymzellen (XV, 15. 16) sind derber als bei *Lemna*, ihre Enden ziemlich lang und spitz ausgezogen, ihre Längswandungen zum Theil durch die anliegenden, von den übrigen nicht wesentlich verschiedenen, nur etwas derbwandigeren und ganz leicht verholzten Parenchymzellen zum Theil stark facettirt; ihre Länge ist in einer und derselben Strecke eines Stranges sehr beträchtlich verschieden.

Wie in den Blattorganen, aber später als in diesen, findet sich auch in den verschiedenen Axentheilen während ihrer Streckung und früher, als sie mit geformtem Chlorophyll versehen und im Stande sind selbstthätig zu assimiliren, feinkörnige Stärke ein; zuerst geschieht dies, wie bei den *Lemna*-Arten, im vordersten Theil des Sprosses und zwar in dessen Bauchtheil, ohne dass sich in den diesen Theil mit dem Muttersprosse verbindenden Geweben Stärke auffinden liesse; dies ist erst später der Fall, wenn die Zellendehnung nach rückwärts vorschreitet. Später, wenn sich in den Zellen des Parenchyms der Lemnaceen das grüne Protoplasma zu Körnern geformt hat, tritt ein functioneller Gegensatz zwischen den locker verbundenen Zellen der subepidermidalen Zellschicht der Rückenfläche und den an diese grenzenden Schichten einerseits und dem Gewebe des Innern und des Bauchtheils andererseits hervor. Ueberall bilden die Chorophyllkörner Stärke; allein in den an Chlorophyll reicheren und zunächst der Lichteinwirkung ausgesetzten Zellen des Rückengewebes erreichen die Stärkeeinschlüsse niemals eine bedeutende Grösse, von dem besondern Fall der Ueberwinterungssprosse abgesehen: die dort assimilirten Stoffe werden ohne Zweifel in annähernd gleichem Masse, wie sie gebildet werden, wieder fortgeführt. Dagegen spielen die die Fibrovasalstränge begleitenden Parenchymlagen und die Zellen der Scheidewände zwischen den ventralen Lufthöhlen, überhaupt die Gewebe des Innern und des Bauches, vorzugsweise die Rolle von Aufspeicherungsstätten, und die in den Chorophyllkörnern zu mehreren sich bildenden Stärkeeinschlüsse vergrössern sich, jene ganz ausfüllend und aufzehrend, bis zu gegenseitiger Berührung; die so entstehenden, aus je 2—5 zusammengebackenen Körnchen (X. 7) erreichen eine nicht unbedeutende Grösse. Wenn in Folge ungünstiger Ernährungsverhältnisse oder der Erzeugung einer zahlreichen Nachkommenschaft der Verbrauch an Material ein starkes Uebergewicht über die Bildung desselben erlangt, so verschwindet die Stärke schnell und vollständig aus dem Rückengewebe, während die andern Theile, abgesehen von den früher erwähnten und in ihren Ursachen nicht näher aufzuklärenden Fällen von absolutem Stärkemangel in den Sprossen etlicher Wolffien und den im Frühjahr sich ganz erschöpfenden Wintersprossen der *Spirodela polyrrhiza*, ihren Gehalt an Stärke nicht leicht vollkommen einbüssen. Die Körnchen verkleinern sich wohl ausserordentlich, pflegen aber selbst aus zum Absterben bereiten Sprossen noch nicht ganz spurlos verschwunden zu sein.

Wurzel.

Stellung der Wurzeln.

Abgesehen von der wurzellosen Gattung *Wolffia* entwickelt sich aus dem Knoten jedes Sprosses einer *Lemna* eine Adventivwurzel, zu welcher bei den Spirodelen eben so regelmässig noch weitere in unbestimmter Zahl sich gesellen. Bei *S. polyrrhiza* entwickelt sich die erste Wurzel aus demjenigen Theil des Gewebes des Bauchtheils, an welchem sich das Blatt inserirt, und durchbohrt dieses in schiefer Richtung von oben und hinten nach vorn und unten. Die nachfolgenden Wurzeln dagegen entstehen nicht minder als die in der Mittellinie der Bauchfläche entspringende einzige Wurzel der *Lemna*-Sprosse aus der subepidermidalen Zellschicht des Sprosses und stülpen, während sie ihr Wachsthum beginnen, die bedeckende Epidermis in beträchtlichem Grade hervor. Die Anordnung und Reihenfolge der nach einander sich entwickelnden Wurzeln von *S. polyrrhiza* ist nur bis zu einem gewissen Grad an feste Regeln gebunden; die erste Wurzel erscheint in einem beträchtlich späteren Entwickelungsstadium des Sprosses als bei *Lemna*, zu einer Zeit, wo der Spross eine Länge von etwa $0{,}2^{mm}$ erreicht, seine beiden Tochtersprosse angelegt und der ältere sich schon bedeutend vergrössert hat; sie ist zunächst, sich in das Blatt einbohrend, median nach vor- und abwärts gerichtet (XIV, 8). Sehr bald aber ändert sich (XIV, 9) ihre Richtung in der Weise, dass die Spitze mehr und mehr nach der jüngeren Sprossseite abweicht; die Ursache dieser Ablenkung liegt in der Zerrung, welche das Blatt und damit auch die von ihm festgehaltene Wurzel durch das Wachsthum des Sprosses in der Richtung der Fläche in seiner seitlichen hintern Partie erfährt, einer Zerrung, welche sich dem eigenthümlichen auf der jüngeren Seite bestehenden Zusammenhang zwischen Vorblatt und Blatt zufolge nur nach jener Seite geltend machen kann. Alle folgenden Wurzeln treten nun neben der ersten nach der geförderten Seite hin auf (XIV, 9. 10; XV, 9), so dass stets die zu äusserst auf der jüngeren liegende Wurzel die erste ist. Ferner treten sie in keine Beziehung zu dem Blatt, sondern drängen sich, nachdem dieses durch die erste Wurzel etwas von der unteren Sprossfläche abgehoben ist, aus dem entstandenen Zwischenraum zwischen den beiden genannten Theilen hervor. Sie ordnen sich dabei, sich in den vorhandenen Raum theilend, reihenweise und mit Alternation der einzelnen Wurzeln in zwei aufeinanderfolgenden Reihen; die erste Reihe liegt zunächst zwischen dem Blatt und der Bauchfläche des Sprosses, die zweite nach vorn von der ersten zwischen ihr und der Sprossfläche, (XIV, 10) u. s. f., und stets erscheinen die Glieder einer Reihe, von der Fläche gesehen, in den Zwischenräumen zwischen den Gliedern der vorhergehenden; im Uebrigen aber befolgt die Reihenfolge ihrer Anlegung keine feste Regel, und von ganzen Reihen einzelner Fälle, die man untersuchen mag, ist fast keiner dem andern völlig gleich. Nicht einmal die Wurzeln der ersten Reihe, deren es 2 zu sein pflegen, zeigen ein festes Verhältniss zwischen ihrem gegenseitigen Alter und ihrer Lage nach der einen oder der anderen Seite hin; noch weniger gilt dies von den folgenden Reihen, welche mehr Glieder zählen und die Gesammtzahl der Wurzeln bei *S. polyrrhiza* unter günstigen Umständen auf 16 — die höchste Zahl, die ich beobachten konnte — bringen.

Anders ist es bei den Formen der *S. oligorrhiza*, bei denen sich in der Regel 2—5 Wurzeln (ausnahmsweise noch einige mehr, nie weniger) entwickeln. Man sieht hier stets alle Wurzeln, das Blatt in der Richtung von hinten und oben nach vorn und unten durchbohren (XVI, 6. 7. 13); daher fehlen die Epidermis-Ausstülpungen vollständig. So weit meine allerdings nicht sehr ausgedehnten Beobachtungen über die Anordnung und die Entwickelungsfolge der Wurzeln bei diesen Pflanzen reichen, so entwickeln sich zunächst die zwei mittleren Wurzeln neben einander — die auf der jüngeren Seite liegende vor der andern —; sofort, wenn die Sache weiter geht, zwei äussere nach links und rechts von jenen (XVI, 11. 13). Liegen so 4 Wurzeln in einer Querreihe neben einander und entwickelt sich noch eine fünfte, so erscheint dieselbe zwischen und vor den 2 mittleren in der Mediane des Sprosses.

Wurzelscheide.

Die vorhin erwähnte Ausstülpung der Epidermis der Bauchfläche an der Stelle, wo sie eine jugendliche Wurzel bedeckt, mag als Wurzelscheide bezeichnet werden und ist das Product eines eigenthümlich modificirten Wachsthums der Epidermis an einer beschränkten Stelle. *Spirodela polyrrhiza* hat so viel Wurzelscheiden als Wurzeln, die erste abgerechnet; zuletzt ist die Epidermis über dem ganzen Complex von Wurzeln abgehoben, aber mit einer handschuhfingerförmigen Ausstülpung für jede einzelne Wurzel versehen; dafür sind die einzelnen Wurzelscheiden hier eines minder lang dauernden Wachsthums fähig, als die eine Wurzelscheide einer *Lemna*. Bei beiden Gattungen werden die Wurzeln nur lose von den Scheiden umschlossen, (X, 9; XII. 9) und die im Weiterwachsen begriffene Wurzel liegt nicht der Wurzelscheide an, sie gleichsam vorwärts schiebend, sondern diese, so lange sie sich überhaupt verlängert, verhält sich selbstständig, indem sie eine gewisse Strecke bei *L. minor* 0,03—0,038 mm) vor der Wurzelhaubenspitze bleibt, dabei aber ihre Form fortwährend der der letzteren anpasst (X. 8. 9; XII, 9). Der Sitz des Wachsthums, welchem die Scheide ihre Verlängerung verdankt, ist wenigstens von der Zeit an, wo eine genauere Einsicht in diesen Vorgang möglich ist, ein rückwärts von der äussersten Spitze gelegener ringförmiger Zellgürtel; in der äussersten Spitze (XII, 10. 11) ist es nicht möglich, durch Betrachtung eines bezüglichen Präparates successiv von verschiedenen Seiten her irgend eine bestimmte oder in verschiedenen Fällen übereinstimmende Anordnung der Zellen zu ermitteln; auch trifft man hier die Zellen noch vor vollendetem Längenwachsthum der Scheide gedehnt, wie besonders leicht an *L. gibba* beobachtet werden kann. Dagegen erfolgen in jenem Zellgürtel Bildungen von zur Längsaxe der Wurzel queren Scheidewänden in nach der Spitze zu vorschreitender Folge mit da und dort dazwischentretenden Längs- und schiefen Theilungen in den nach rückwärts abgeschiedenen Gliederzellen; man sieht daher das Gewebe der stets einschichtig bleibenden Scheide gegen die Wurzelspitze hin aus Längsreihen von Zellen bestehen, welche nach rückwärts etwas zahlreicher und zugleich undeutlicher werden (X, 14); hier strecken sich die Zellen bei *Lemna* bedeutend in die Länge, so dass sie länger als breit werden; gegen die Spitze hin und bei *Spirodela polyrrhiza* auch an der Basis bleiben sie dagegen kurz und lassen hier noch bei definitiv erreichtem Längenwachsthum

des ganzen Gebildes die geschrumpften Zellkerne erkennen. Einzelne der Zellen der Scheide werden bei *Lemna* durch local unterbleibende Bildung von Querwänden 3—5mal länger als die übrigen unter Ablagerung von Rhaphidenbüscheln; bisweilen sieht man selbst 2 solche Rhaphidenzellen unmittelbar an einander grenzen. Bei *L. valdiviana* und *trisulca* liegen etliche solche grosse Rhaphidenzellen regelmässig an den beiden Seitenwandungen der Basis der Wurzelscheide. Bei *Spirodela polyrrhiza* und manchen *Lemna*-Arten, wo das Längenwachsthum der Wurzelscheiden ein mehr beschränktes ist, erlangen sie eine der kegelförmigen sich nähernde Gestalt; dagegen nimmt bei denjenigen Arten von *Lemna*, bei welchen die Scheide eine beträchtlichere Entwicklung erreicht, ihr grösserer hinterer Theil die Form eines Cylindermantels an, welchem eine je nach der Gestalt der Wurzelhaube verschieden beschaffene Spitze aufgesetzt ist (X, 9; XII, 9); bei der mit einer abgerundeten Wurzelhaube versehenen *L. minor* ist die Spitze beiläufig stumpf-hohlkegelförmig, während sie sich bei den Arten mit spitzen Wurzelhauben in ein mehr oder weniger pfriemförmig verschmälertes Ende auszieht; man sieht also die Wurzelscheide, obwohl ihr Wachsthum von dem der Wurzel unabhängig erfolgt, ihre Gestalt doch der der letztern in eigenthümlicher Weise accommodiren. Besondere flügelförmige Anhänge zeigt die Wurzelscheide zu beiden Seiten ihrer Basis bei *L. paucicostata, angolensis* und *perpusilla*; sie bestehen aus grossen inhaltslosen Zellen, von denen einige Rhaphiden führen, sind bei *L. paucicostata* (VIII, 7. 8. 9), wo sie am breitesten sind, an ihrer Insertion zweischichtig und entstehen erst, wenn der Wurzelhöcker eine gewisse Höhe erlangt hat und sich zuzuspitzen beginnt, durch Ausstülpungen, welche an einer Längsreihe von Zellen des seitlichen Umfanges auftreten und sich nach ihrer Abgliederung als selbstständige Zellen durch zur Fläche senkrechte, an der Insertionsstelle auch durch der Fläche parallele Längswände abtheilen.[1]) — Nur am hintern Umfang der Basis wird die Wurzelscheide bei *Lemna* auf eine kurze Strecke 2—3schichtig (X, 8, 9). Bei *Spirodela* finden sich anstatt der Rhaphidenzellen in ihrem Gewebe zahlreiche Zellen mit demselben Pigment, welches im Sprosskörper so verbreitet ist. Vorübergehend tritt in den Zellen der Wurzelscheide Stärke auf, welche aber noch vor der Zerstörung des Theils von der Spitze gegen die Basis fortschreitend wieder verschwindet. Eine ziemlich derbe Cuticula überzieht die äussere Fläche schon von den frühesten Wachsthumszuständen an.

Hat endlich die Wurzelscheide das Maximum von Verlängerung dessen sie fähig ist erreicht, so wird sie von der wachsenden Wurzel durchrissen, gewöhnlich nicht auf ihrem eigentlichen Gipfel, sondern so, dass die äusserste Spitze kappenförmig abgerissen wird, während der übrige Theil den Grund der Wurzel noch längere oder kürzere Zeit in Form einer allmählich durch Zersetzung zu Grund gehenden Röhre umschliesst (X, 13). Der Zeitpunct der

1) Dieses Gebilde ist offenbar schon von Griffith bei *L. paucicostata* gesehen worden, woran seine Figuren (a. a. O.) CCLXII, II, 3—6 keinen Zweifel lassen; schon dies, abgesehen von allem Andern, würde beweisen, dass seine *L. minor* nicht unsere Pflanze dieses Namens gewesen sein kann. — Ich bin weit entfernt, die Wurzelscheide für ein Blattgebilde anzusehen; das Vorkommen von mehreren Scheiden bei *Spirodela* ist der einfachste Beweis gegen eine solche Vorstellung; allein es liegt doch der Gedanke nahe und scheint gerade in dem Vorkommen solcher seitlichen Anhänge eine Stütze zu finden, dass das Streben zur Hervorbringung eines Seitenorgans an der betreffenden Stelle sich in dem eigenthümlich local gesteigerten Wachsthum der Oberhaut, dessen Product die Wurzelscheide ist, ausspreche.

Durchbrechung tritt bei *S. polyrrhiza* ein bei einer Länge von etwa 0,15 mm, bei *L. minor* von etwa 1 mm, bei *L. gibba* von 0,8 mm; bei den andern *Lemna*-Arten erreicht die Wurzelscheide keine so beträchtliche Entwicklung; bei *L. paucicostata* höchstens 0,5 mm, ähnlich bei *L. angolensis* und *perpusilla*; auch bei *L. trisulca* und *valdiviana* bleibt sie kurz. Wiederholt sah ich auch sowohl bei *Lemna* als bei *Spirodela* den Rest der Wurzelscheide, indem dessen oberste Basis sich früher als das Uebrige zersetzt hatte, die Wurzel in der Art eines beweglichen Ringes umschliessen. Bei *S. polyrrhiza* bietet zuletzt der ganze Complex aneinanderstossender Wurzelscheidenreste das Aussehen eines wabenförmig durchlöcherten Polsters dar.

Wurzelhaube.

Von der Zeit an, wo es überhaupt gelingt irgend eine specielle Structur an den Wurzeltheilen nachzuweisen, findet man eine von dem eigentlichen Wurzelkörper differenzirte, anfangs demselben eng anliegende, doch durch leichten Druck von ihm abzuhebende Wurzelhaube; es ist daher, obwohl die ersten Anfänge der Wurzel in Dunkel gehüllt sind, kein Grund zu der Annahme vorhanden, dass der Anlage der Wurzelhaube ein wesentlich anderer Wachsthumsvorgang zu Grund liege als der rücksichtlich anderer Nebenwurzeln, namentlich der der höheren Sporenpflanzen bekannte. Die Wurzelhaube der Wasserlinsen unterscheidet sich von der der Mehrzahl der Pflanzen vornehmlich nur durch den unwesentlichen und bei einer Pflanze mit Intercellularräumen in den verschiedensten Theilen am allerwenigsten auffallenden Umstand, dass sie von dem Wurzelkörper in ihrem grössten Theile losgelöst ist, was sehr frühzeitig, bei *L. minor* z. B. bei einer Wurzellänge von 0,18 mm geschieht; denn der Umstand, dass sie nach ihrer ersten Anlage in Form einer wenigschichtigen Kappe sich nicht weiter durch Anlagerung neuer Schichten verdickt, ist keine Eigenthümlichkeit der Lemnaceen, sondern ihnen mindestens mit vielen andern phanerogamen Gewächsen gemeinsam.[1] Irgend ein positiver Grund, die Wurzelhaube der Lemnaceen als ein besonderes von der anderer Gewächse verschiedenes Organ anzusehen,[2] liegt daher in der That nicht vor. Die Zahl der Zellschichten ist in den frühesten Zuständen, welche einer Untersuchung zugänglich sind, schon vollständig gegeben, doch sieht man die an der Spitze abgeschlossene Zellenvermehrung in der Längsrichtung an der Basis des Theils noch längere Zeit fortdauern, so dass also das Längenwachsthum der Wurzelhaube die umgekehrte Richtung von dem des Wurzelkörpers verfolgt. Hat die ganze Wurzel bei *L. minor* etwa 0,58 mm erreicht, so ist das Wachsthum der Wurzelhaube vollendet; schon viel früher (bei 0,19 mm Länge) haben die Zellen der Spitze der Wurzelhaube begonnen, sich unter Verschwinden des protoplasmatischen Inhalts und allmählichem Auftreten von Stärke in

1) Eine Zusammenstellung solcher Fälle z. B. bei Nicolai in Schr. d. phys. ök. Ges. zu Königsb. VII, pag. 39.

2) Schleiden, Grundz. d. w. Bot. 1861, p. 342. Die Wurzelhaube der Lemnaceen sollte durch Lostrennung der äussersten Zellschichten von der Wurzel entstehen (ebend. p. 343, in Uebereinstimmung mit Treviranus, Physiol. I, 381, Meyen, Phys. II, 14). Gerade bei den Lemnaceen ist die Wurzelhaube, wie leicht erklärlich, am frühesten bemerkt und wenigstens im Allgemeinen in ihrer Bedeutung gewürdigt worden (Wolff, a. a. O. p. 9; welcher auch die Herkunft der Wurzelscheide richtig ahnte, a. a. O. p. 8).

kleinen, später grösseren Körnchen zu dehnen, welche Dehnung ebenfalls nach der Basis hin fortschreitet und bei der Durchbrechung der Wurzelscheide fast vollendet ist.

Das eigentliche Ende der Wurzelhaube zieht sich bei den *Spirodela*- und fast allen Arten von *Lemna* in Folge gemeinschaftlicher Längsstreckung der den Scheitel einnehmenden Zellen in eine bald mehr der Kegel- bald der Paraboloidform sich nähernde, bei einer und derselben Art in verschiedenem Grade zugeschärfte Spitze (XII, 9) aus; nur bei *L. minor* und etwas weniger exquisit bei *L. valdiviana*, bisweilen auch bei *L. gibba* rundet es sich ab (X, 9). Die Zuspitzung beginnt bei den erstgenannten Formen schon sehr früh, bei *L. gibba* z. B. bei Wurzeln von 0,19^{mm} Länge sich herzustellen (VIII, 9); bei *S. polyrrhiza* sind selbst 0,13^{mm} lange Wurzelhauben schon zugespitzt, fast in gleichem Grad wie erwachsene. Stets besteht das Gewebe der 4—7 Zellen hohen Wurzelhaubenspitze aus locker verbundenen, abgerundeten, zartwandigen Zellen, welche sowohl in Quer- als in Längsdurchschnitten (X, 8. 9; XII, 9) keine regelmässige Anordnung erkennen lassen, mit im erwachsenen Zustand wasserhellem, nur noch einzelne Stärkekörnchen einschliessendem Inhalt. Der röhrenförmige der Wurzeloberfläche gegenüberliegende Theil der Wurzelhaube wird hier von der Spitze gegen die Basis hin dünner; dort, wo er sich an jene ansetzt, dreischichtig (X, 11; XIII, 11) wird er in seiner mittleren längsten Partie zweischichtig (XII, 7) in der Weise, dass die innere und mittlere Zellschicht des dreischichtigen Theils zusammen in die innere des zweischichtigen übergehen (X, 9; XII, 9); die Grenze zwischen beiden Theilen ist nicht scharf, und auch noch weiter nach der Basis hin tritt stellenweise noch eine Spaltung der inneren in zwei Schichten hervor. Der oberste Rand der Wurzelhaube endlich in der Höhe von 1—2 Zellen, bei *L. trisulca* in etwas grösserem Umfang, wird einschichtig; auch bleiben an diesem Saum die Zellen, welche sich, die Anordnung in Längsreihen deutlich zeigend, wenn auch oft mit schiefen Enden zwischen einander sich einschiebend, weiter nach unten stark in die Länge strecken, viel kürzer. Stets sind da, wo die Wurzelhaube dreischichtig ist, die Zellen der mittleren Schicht nicht blos radial, sondern auch tangential stärker gestreckt als die der innern und äussern, daher weniger zahlreich als die kleinern Zellen der äussern und selbst der innern Schicht; ebenso zeigt der zweischichtige Theil auf dem queren Durchschnitt wenigere und weitere Zellen in seiner innern, als in seiner äusseren Schicht. Die radialen Scheidewände pflegen in sämmtlichen Schichten auf Querdurchschnitten mit einander zu alterniren, mit Ausnahme einzelner Stellen, die deutlich eine local erfolgte Trennung der innern Schicht durch eine tangentiale Scheidewand erkennen lassen; sonst ist die Anordnung der Elemente in den einer genaueren Untersuchung zugänglichen vorgeschritteneren Stadien nicht der Art, um specielle Aufschlüsse über die die Anlegung der Wurzelhaube begleitenden Theilungsvorgänge zu geben.

Vor und in der ersten Zeit nach vollendeter Streckung des Theils hat die Anfüllung des Gewebes der Hauptmasse der Wurzelhaube mit grobkörniger Stärke einen ziemlich hohen Grad erreicht. Bei sämmtlichen Arten finden sich auch in diesem Theil durch das Gewebe zerstreut einzelne Rhaphidenzellen, bei *Spirodela* überdies noch mehr oder weniger zahlreiche Pigmentzellen. In alternden Wurzelhauben verschwindet die Stärke zunächst aus der äusseren Zellenlage und schliesslich auch mehr oder weniger vollständig auch aus den inneren; bisweilen

geht durch die endliche Abwerfung der Wurzelhaube ein kleiner Theil ihres Stärkegehaltes für die Pflanze verloren; die Hauptmasse wird, wie es scheint, für das Wachsthum der Wurzelkörperspitze verwendet, da die Wurzelhaube selbst um die Zeit, wo die Menge der Stärke am grössten ist, schon vollständig ausgebildet zu sein pflegt.

Hat endlich die Wurzelhaube ihre definitive Länge erreicht, so wird sie durch die Verlängerung des Wurzelkörpers von dem Sprossgewebe, mit welchem sich seither ihre Basis in Berührung erhalten hatte (X, 8) abgehoben; dieser Vorgang fällt zeitlich zusammen mit der beginnenden Indielängestreckung der Basis des Wurzelkörpers, folgt dagegen der Durchbrechung der Wurzelscheide erst nach (X, 13).[1] Die Länge der fertigen Wurzelhaube variirt bei derselben Art fast um das Doppelte, bei *L. minor* zwischen 2.0 und 3,75 mm; doch ist sie bei dieser und *L. gibba* allgemein viel länger als bei *L. paucicostata*, wo sie zwischen 0.85 und 1,18 mm misst, und bei *Spirodela*. Es kann, z. B. bei *L. minor*, geschehen, dass die noch an der Wurzel hängende Haube ihre äussere Zellschicht auf weite Strecken durch Zersetzung abwirft, oder dass, wie bei *S. polyrrhiza* und verschiedenen *Lemna*-Arten, die Spitze sich durch Decomposition einiger Zellen abstumpft, so dass diese Pflanzen schliesslich scheinbar eine abgerundete Wurzelhaube besitzen können.

Wurzelkörper.

Von den ersten Anfängen der Entwicklung des Wurzelkörpers gilt das über die Wurzelhaube in dieser Hinsicht Gesagte; er ist zu der Zeit, wo ein näherer Einblick in die Structurverhältnisse des Theils möglich ist, nach Zahl und Anordnung der Schichten im Wesentlichen angelegt, und ebenso ist der nähere Vorgang seines Scheitelwachsthums in den ersten Stadien bei der Kleinheit der den Scheitel bildenden Meristemzellen nicht zu ermitteln. Die Anordnung der Gewebstheile im vorgeschritteneren Zustand ist derart, dass sie einiges Licht auf die gegenseitige Abhängigkeit einzelner Schichten von einander wirft, aber für weiter rückwärts gehende Schlüsse keine sicheren Anhaltspuncte darbietet. Dabei zeigen die Wurzeln der verschiedenen *Lemna*-Arten (*L. gibba, minor, trisulca, paucicostata*) einen etwas einfacheren Bau als die von *Spirodela* (*S. polyrrhiza*), daher von jenen ausgegangen werden mag.

---

1) Schon aus diesem Grund ist die überhaupt durch den Augenschein sich augenblicklich widerlegende Darstellung Gasparrini's (a. a. O. p. 123) unzulässig, nach welcher die Scheide der durch einen circulären Riss in einiger Entfernung von der Basis abgetrennte Grundtheil der Wurzelhaube sein sollte, welch letztere sich G. in ähnlicher Weise wie Schleiden durch Differenzirung der äusseren Wurzelgewebsschichten von dem axilen Theil entstanden dachte. Richard, auf dessen Darstellung sich G. bezieht, hat offenbar (a. a. O. p. 209, Fig. G) bei derselben die Scheide gar nicht berücksichtigt. Die Vergleichung mit dem Vorgang der Bildung der *Calyptra* und *Vaginula* der Laubmoose würde, selbst wenn Gasparrini's Darstellung richtig wäre, nach dem, was wir über die Entwicklung der *Vaginula* wissen, nicht anwendbar sein. Wollte man für das Verhalten der Wurzelscheide einen groben Vergleich brauchen, so könnte höchstens an die *Calyptra* der Lebermoose erinnert werden, wogegen die Wurzelhaube sich wie die *Calyptra* der meisten Laubmoose verhielte. Dagegen hat Griffith (a. a. O. 220) das Verhältniss der Theile zu einander richtig erkannt, wenn auch ohne klarere Einsicht in die gröbern Entwicklungsvorgänge.

Lemna.

Die noch sehr jugendliche Wurzel (X, 8) zeigt eine fast paraboloidische Gestalt und an ihrem mit der Wurzelhaube in Verbindung stehenden Ende eine sehr kleine, nur 2—3 Zellhöhen einnehmende Gruppe von Meristemzellen (XII, 12); von hier aus nach rückwärts beginnt sogleich ein regelmässig concentrisch geschichtetes Gefüge, vermöge dessen in Querschnitten in möglichster Nähe des Vegetationsendes die im vorgerückteren Zustand vorhandenen Zellenlagen bereits vollständig angelegt sind, mit alleiniger Ausnahme der innersten Rindenschichten, in welchen nachweisbar noch durch tangentiale centripetal fortschreitende Theilung Vermehrung erfolgt. Auf die viel- und kleinzellige Epidermis ausgebildeter Wurzeltheile (*e*, X, 11; XII, 7) folgt zunächst eine äussere Rindenschicht, deren Zellen tangential grösser und weniger zahlreich sind, dennoch aber die folgende mindestens um das Doppelte, bei *L. gibba* bis um mehr als das Dreifache an Zahl übertreffen, und deren radiale Wände sowohl mit denen der letztern, als mit denen der Epidermis alterniren. Nicht selten sieht man einzelne dieser Zellen, welche ziemlich tief in die Furchen der nächstfolgenden Schicht eingreifen, durch eine tangentiale Wand getheilt (XII, 8). Von hier dagegen nach einwärts folgt eine die Hauptmasse der Rinde bildende, nicht blos concentrisch, sondern auch radial mehr oder weniger regelmässig angeordnete Gewebspartie, eben die, welche sich noch zuletzt unter Bildung von tangentialen Wandungen verdickt hat. Der strahlig-concentrische Bau stellt sich her mittelst einer je nach der Kräftigkeit der Wurzel verschiedenen Anzahl nicht blos von Schichten, sondern auch von Strahlen; Schichten fand ich bei den durch Dünnheit ausgezeichneten Wurzeln der *L. trisulca* nicht über 3; ebensoviel bei *L. paucicostata* (VIII, 10); bei *L. minor* und *gibba* 3—4 (X, 11; XII, 7. 8); Strahlen bei den vorzugsweise zur Untersuchung benützten kräftigeren Wurzeln der verschiedenen Arten 8—10, am häufigsten 9, wobei übrigens nicht blos der Querschnitt in verschiedenen Höhen einer und derselben Wurzel Verschiedenheiten zeigt, sondern auch in demselben Querschnitt einerseits der eine oder andere Strahl sich nach aussen durch eine radiale Wand in 2 Zellen spaltet, andererseits die verschiedenen Strahlen in Richtung der Dicke in Folge ungleicher Zahl der tangential gebildeten Wände an Zellenzahl um 1 differiren können, wobei da und dort ein Strahl selbst 5 Zellen dick werden kann. Gleich rückwärts von der Vegetationsspitze beginnt nun zwischen der von aussen ersten und zweiten der in Rede stehenden Rindenschichten die Bildung eines Kreises von mit den Strahlen gleichzähligen Lufthöhlen durch Auseinanderweichen der Zellen an den Berührungskanten; durch weiteres Auseinanderweichen der ihre Längswände abrundenden Zellen sich rasch erweiternd nehmen diese Höhlen die Zellen der zweiten Schicht, falls deren 4 vorhanden sind, zwischen sich (XII, 8), was zur Folge hat, dass letztere in ihrer tangentialen Vergrosserung beträchtlich zurückbleiben müssen. Bei *L. trisulca* und *paucicostata* und dünnen Partieen der Wurzeln anderer Arten ist daher der Lufthöhlenkreis der Natur der Sache nach nur einer unbedeutenden Entwicklung fähig. Es wird nicht nur durch genaue Beobachtung querer Durchschnitte von Wurzeln um die Zeit der Bildung von Lufthöhlen, sondern auch durch die Längenverhältnisse von Zellen der verschiedenen Schichten so gut wie

sichergestellt, dass die vorhin erwähnte, zwischen die Lufthöhlen eingeschaltete zweite Schicht des concentrisch-strahlig gebauten Rindentheils überall, wo sie vorkommt, das Resultat einer nachträglich, d. h. nach Anlegung dreier concentrischer Schichten durch centripetale Theilungen erfolgenden centrifugalen Spaltung der mittleren derselben in 2 Schichten ist. Die Untersuchung des Wurzelrindengewebes in Längsansichten[1]) zeigt nämlich, dass die mittleren Zelllagen durchschnittlich 2mal längere Elemente enthalten, als die innerste Rindenschicht, und 2—4mal längere als die zwei äussersten (die subepidermidale mitgerechnet), so dass sich sowohl jene als diese noch quer getheilt haben müssen, während die mittlere statt dessen sich noch tangential längsgetheilt hat. Man sieht ferner die Enden jener verhältnissmässig engen die Zwischenwände zwischen den Lufthöhlen bildenden mittleren Rindenzellen nicht immer wagrecht begrenzt, sondern öfter das eine oder selbst beide Enden prosenchymatös zugespitzt, was damit zusammenhängt, dass jene Zellen nicht in allen Quergürteln der Wurzel in gleicher Weise vorhanden, sondern da und dort gleichsam überzählig zwischen die andern gestreckt-parenchymatösen Rindenelemente eingeschoben sind. Die innerste Rindenschicht, (*v*, VIII, 10; X, 11. 12; XII, 7. 8) zwischen welcher und der vorhergehenden die Berührungskanten ebenfalls, aber nur zur Bildung sehr enger Lücken, auseinanderweichen, besitzt bei den verschiedenen Arten von *Lemna* — ein constanter Unterschied zwischen *L. gibba* einer- und *L. minor* u. A. andererseits findet auch in dieser Beziehung nicht statt — radiale Wandungen, welche in Folge eines im Missverhältniss zu dem vorhandenen Raum gesteigerten Wachsthums gewöhnlich mehr oder weniger deutlich gekräuselt und zu einer Schutzscheide innig vereinigt sind; der Grad dieses füglich den analogen Vorkommnissen im Bau vieler pflanzlicher Oberhäute zu vergleichenden und wohl auch denselben Nutzen gewährenden anatomischen Verhaltens ist übrigens bei einer und derselben Form sehr verschieden; mitunter sehr ausgesprochen ist es anderemale kaum nachweisbar und wird dann, wie in ähnlichen Fällen, durch Anwendung gewisser quellungerregender Mittel, namentlich Schwefelsäure, auf etwas dicke Querschnitte[2]), ohne Zweifel in Folge der in der Richtung der betreffenden Fläche vorwiegend eintretenden Quellung, deutlicher. Die Querwandungen in dieser Zellschicht nehmen gewöhnlich eine in Richtung der Tangente schiefe Stellung an; ihre Zellwandungen widerstehen, wie auch die des von ihnen umschlossenen axilen Stranges, der Schwefelsäure beträchtlich länger, als die der äusseren Wurzelschichten.

Der zarte von der Rinde umschlossene Fibralstrang besteht regelmässig aus einer axilen Zellreihe und so vielen (oder auch einer mehr oder weniger) diese umgebenden Zellreihen, als die angrenzende innerste Rindenschicht Zellen im Querschnitt zeigt, aber mit Alternation der beiderseitigen radialen Wandungen. Nicht selten trifft man übrigens bei *L. minor* eine oder einige (X, 12) dieser zarten Zellen tangential und selbst die eine der Tochterzellen wieder radial getheilt; bei den andern Arten stiess mir Aehnliches wenigstens bisher nicht auf.

---

1) Diese Untersuchung ist bei einigem Orientirtsein mit den allgemeinen Verhältnissen des Baues weit bequemer (und ohne Verwechslung verschiedener Schichten mit einander) durch Zerfaserung des Gewebes nach Auflockerung durch chemische Mittel, als mittelst longitudinaler Durchschnitte zu bewerkstelligen.

2) Caspary in Pringsh. Jahrb. IV, 103. 108.

Die Zellen sind 3—4mal länger als die der angrenzenden Rindenpartie, zeigen nicht, im Unterschied von den analogen Gewebsbestandtheilen ziemlich vieler dikotyler und monokotyler Wassergewächse, z. B. unter letzteren der Najaden und Potamogetonen, schiefe Streifungen ihrer Längswandungen und sind ihrer queren oder nur wenig schiefen Zwischenwandungen halber als Cambiform[1]) zu bezeichnen.

Untersucht man die Vegetationsspitze irgend entwickelterer Wurzeln einer *Lemna*, nicht etwa in einem Stadium, wo die Zellenvermehrung abgeschlossen ist und nur noch die Streckung des Gewebes gegen die Spitze hin vorschreitend im Gang sondern selbst von Wurzeln, die ihre Wurzelscheide noch nicht durch- und ihre Wurzelhaube noch nicht abgerissen haben, so findet man, bei *L. gibba* z. B. schon bei einer Wurzellänge von etwa 0,25 mm, die kleine den Scheitel einnehmende Gruppe meristematischer Zellen ausser Thätigkeit gesetzt, dagegen setzt die regelmässige Schichtung des Wurzelgewebes sich bis zum weiterwachsenden Ende fort und es vermehrt hier seine Elemente, basifugal fortschreitend, unter Bildung querer Scheidewände (X, 10; XII, 13. 14); die Wurzel wächst also jetzt mit einer kreisförmigen Vegetationsfläche weiter. Dass die Längsreihen von immer kürzer werdenden Zellchen sich bis zum jetzigen wirklichen Vegetationsende erstrecken, wird noch bequemer als durch Längsschnitte zur Anschauung gebracht durch vorsichtiges Abziehen der Wurzelhaube von mit Aetzkali erwärmten Wurzeln; man sieht alsdann, falls sich der Wurzelkörper unverletzt herauslöst, an seinem quer oder fast quer abgeschnittenen wachsenden Ende gewöhnlich noch eine Gruppe von kleinen, aber schon gedehnten kernlosen Zellchen (XII, 13. 14) hängen, mittelst deren es mit dem innern Umfang der Wurzelhaubenspitze zusammenhing, und die nichts anderes als das ursprüngliche Scheitelmeristem sein können. Die ganze auf den ersten Blick auffallende und längere Zeit noch fortdauernde Erscheinung durfte nicht sowohl mehr als eigentliches Spitzenwachsthum, denn vielmehr als ein nach dessen frühem Erlöschen noch fortdauerndes intercalares Wachsthum des unterhalb der Spitze gelegenen Gewebsgürtels aufzufassen sein. Des Kleinerwerdens der Zellen wegen verschmälert sich der ganze Wurzelcylinder allmählich gegen sein Ende hin, doch in mässigem Grad. In der Regel bleibt das Ende der Wurzeln der *Lemna*-Arten ungedehnt, indem die Wurzel (zumal wenn deren Haube verloren geht) oder der ganze zugehörige Spross früher stirbt, als die Streckung so weit vorschreitet.

Die tangential schmalen Zellen der oben erwähnten Wurzelepidermis (*e*, X, 11; XII, 7) sind 2—4mal länger als die der angrenzenden Rindenschichten; der ganze Theil wird

---

1) Sowohl die Bezeichnung als die Vergleichung mit den Gitterzellen an dem Ort, wo der Begriff des Cambiforms aufgestellt worden ist (Nägeli, Beitr. z. w. Bot. I, 4) lassen keinen Zweifel darüber, dass darunter im Sinn des Autors Zellen mit derartigen Zwischenwandungen verstanden werden sollen, und es dürfte rathsam sein, den vorliegenden Namen trotz der nicht blos physiologischen, sondern auch morphologischen Differenzen vom Cambium für die hier erwähnten Gewebselemente beizubehalten, da andere dafür vorgeschlagene Bezeichnungen auch nicht ohne Bedenken sind. Ich bemerke dabei ausdrücklich, dass hier vom Begriff des Cambiforms Zellen von ähnlicher Gestalt, aber mit gegitterten Wänden ausgeschlossen sein sollen. Solche zeichnen sich vor den Cambiformzellen da, wo sie mit diesen vermischt vorkommen, so weit meine Erfahrungen auf diesem Gebiet reichen, stets schon durch beträchtlichere Weite in einer Art aus, die auf ihre Anwesenheit auf den ersten Blick aufmerksam macht; am auffallendsten, was verwandte Pflanzen betrifft, in den Fibrovasalbündeln der Stengel der grösseren Potamogetonen, (*P. natans, lucens, praelongus, perfoliatus*) wo weite Gitterzellen in fast regelmässigen Abständen unter dem Cambiform vertheilt getroffen werden.

aber bei der Untersuchung irgend älterer Wurzelstücke nicht mehr (VIII, 10; XII, 8) oder nur noch in Spuren (kleinen leistenförmigen Vorsprüngen) angetroffen. Diese Zellen nämlich, welche bei beschränkter Theilungsfähigkeit durch das Schwellgewebe der Rinde in hohem Grad gespannt werden, niemals geformten Inhalt und stets zarte Wandungen zeigen, zerreissen frühzeitig und lassen die subepidermidale Schicht entblösst. Man muss daher, um die Epidermis überhaupt aufzufinden, in der Regel den noch von der Wurzelhaube bedeckten Wurzeltheil untersuchen; bisweilen fängt selbst dieser schon an seine Oberhaut abzuwerfen, während in andern Fällen die Oberhaut auch an dem aus der Haube schon hervorgetretenen Theil oder in der ganzen Länge noch kurzer und jugendlicher Wurzeln erhalten ist. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass diese regelmässige Häutung der Wurzeln so gut wie die der Zweige verholzender Gewächse ein vollkommen normaler Vorgang ist, indem sie alle ein gewisses Alter überschreitenden Theile von im Uebrigen noch vollkommen wohl erhaltenen Wurzeln betrifft.

Bei der vom Grunde an beginnenden Dehnung des Wurzelgewebes streckt sich die zunächst die Wurzelbasis einnehmende Partie nur unbedeutend in die Länge; der Wurzelhals bleibt daher verhältnissmässig kurzzellig[1]), ausserdem aber mehr oder weniger auffallend verschmälert und in seiner Structur dadurch von der übrigen Wurzel verschieden, dass die Zellen der subepidermidalen Rindenschicht radial sehr stark gestreckt, dagegen die übrigen Schichten in diesem Durchmesser sehr reducirt, daher die Luftgänge sehr eng sind. Mit der geringen Längsstreckung hängt es auch ohne Zweifel zusammen, dass an diesem obersten Theil der Wurzel die Epidermis sich gewöhnlich länger erhält als in ihrem Haupttheil. Häufig sieht man überdies bei *L. minor*, wenn man Wurzellängsschnitte mit Chlorzinkjodlösung behandelt, nur an diesem Halstheil die Reaction des reinen Zellstoffs eintreten, an der übrigen Wurzel dagegen unterbleiben. Ohne allen Zweifel hängt mit diesen Structur- und chemischen Eigenthümlichkeiten des Wurzelhalses, welche bei Wassersprossen von *L. trisulca* fehlen oder nur angedeutet sind, die eintretende Richtungsveränderung der Wurzel zusammen; die Wachsthumsrichtung dieses Theils ist ursprünglich (X, 8) fast horizontal, so lang er sich an dem Boden der Tasche des Muttersprosses, aus welcher der zugehörige Spross entspringt, vorschiebt, bei den bauchigen Formen der *L. gibba* wird später schon durch die Formänderung des Sprosskörpers die Wurzel herabgedrückt; bei den andern Arten dagegen, wo nach dem Hervortreten eines Sprosses aus seiner Tasche dieselbe Richtungsveränderung eintritt (bei *L. minor* erfolgt sie nach der Durchbrechung der Wurzelscheide, aber vor Abreissung der Wurzelhaube), kann sie nur Folge der Schwerkraft sein, wobei eben die zunächst betheiligte Halspartie im Gegensatz zu der mittlerweile eingetretenen Starrheit der Hauptmasse des Wurzelkörpers einen gewissen Grad von Weichheit bewahrt haben muss, um das Herabsinken zu gestatten. Der Uebergang zwischen der kurzzelligen Structur des Wurzelhalses und der gestrecktzelligen des übrigen Wurzelkörpers ist übrigens ein allmählicher; die Längsdehnung in der Basis der Wurzel beginnt noch vor der Durchbrechung der Wurzelscheide und schreitet unter Einwanderung von Stärke aus dem Sprosskörper in die Wurzelrinde rasch vor. Die sich in der Wurzel-

1) Vermuthlich ist es der Anblick dieser kurzen Zellen, was Gasparrini (a. a. O. p. 124) zu der sonst nicht erklärlichen Vorstellung, dass die *Lemna*-Wurzel an ihrer Basis wachse, veranlasst hat.

rinde formenden Chlorophyllkörner bilden wie die des Sprossparenchyms aus 2—4 Theilkörnchen zu sammengeklebte Stärkekörner und erfüllen mit diesen Einschlüssen in der jugendlichen Wurzel sowohl die äussern als die innern Rindenschichten, verlieren sich jedoch später aus den äusseren mehr oder weniger vollständig und erhalten sich am längsten in der zweitinnersten Schicht. Ausgeschlossen von der Führung von Chlorophyll und Stärke bleibt dagegen zu jeder Zeit die innerste Rindenschicht (welche in gewissen andern Fällen gerade vorzugsweise stärkeführend ist); diese morphologisch entschieden zur Rinde gehörige Schicht nimmt physiologisch in den *Lemna*-Wurzeln eben so entschieden Antheil an der Function des Cambiformstranges, stickstoffhaltige Verbindungen zu leiten. Letztere findet man in nicht mehr ganz jugendlichen Wurzeln häufig aus der axilen Zellreihe des Stranges verschwunden, welche gleichzeitig weiter und dickwandiger wird als die umgebenden, ohne übrigens eine ähnliche Umformung wie bei *Spirodela* zu erfahren.

Spirodela.

Der Bau des Wurzelkörpers der *S. polyrrhiza* hat grosse Aehnlichkeit mit dem von *Lemna*; entsprechend der äusseren Form der Wurzeln, bei welchen der erste Augenschein ein merkliches Dünnerwerden gegen die Spitze zeigt, vereinfacht sich aber auch der innere Bau in den untern später hinzugewachsenen Partieen gegenüber den älteren oberen. Die zart- und kleinzellige Epidermis (*e*, XIII, 11), welche sich rücksichtlich ihrer Vergänglichkeit wie die von *Lemna* verhält (XIII, 12. 13), deckt zunächst eine ebenfalls klein- und im Querschnitt vielzellige Subepidermidalschicht, deren Elemente in ihrer Bedeutung und Anordnung sich dergleichnamigen Zellenschicht bei *Lemna* entsprechend verhalten und 2—4mal kürzer als die Epidermiszellen, ebenso 2—3mal kürzer als die der angrenzenden Rindenschichten sind. Diese subepidermidale Schicht der *Spirodela*-Wurzeln gleicht daher bei Betrachtung der Wurzeln von der Fläche täuschend einer schmal- und kurzzelligen Epidermis und würde ohne Bekanntschaft mit dem Verhalten jüngerer Zustände unfehlbar für eine solche angesehen werden, um so mehr, als nicht selten die Contouren dieser Zellen leicht geschlängelt werden. Die Zahl der Längsreihen, in welchen ihre Zellen gestellt sind, nimmt gegen das untere dünnere Ende der Wurzel beträchtlich ab. Durch tangentiale Abscheidung von einzelnen ihrer Zellen entstehen da und dort überzählige grössere, keilförmig in die Furchen zwischen denen der folgenden Schicht eingreifende Rindenelemente (z. B. in XIII, 12. 13). Die nun folgende radial und concentrisch regelmässig gebaute Hauptmasse der Rinde zeichnet sich gegenüber der von *Lemna* dadurch aus, dass in dem dickeren älteren Wurzeltheil (XIII, 12), welcher einen Kreis weiter Lufthöhlen umschliesst, die Strahlen auf dem Querschnitt fast immer 5, selten nur 4, aber bis zu 7 Zellen stark werden, und dass in der äussersten bezüglichen Schichten die Zahl der Zellen durchradiale Scheidewände beträchtlich vermehrt erscheint, indem die Bildung der Lufthöhlen unter Zelltheilungen senkrecht zu deren Umfang erfolgt ist. Es sind 6—9, am häufigsten 8 Strahlen, und einerseits die äusserste, andererseits die zweitinnerste der concentrischen Schichten, zwischen welch letzterer und der innersten (*v*, XIII, 11—13) sich noch ein Kreis sehr kleiner Lücken entwickelt,

bilden die Begrenzung der Höhlen nach aussen und innen. Gegen das Ende der Wurzel hin XIII, 13 verengern sich die Lufthöhlen, die Zahl der Zellen in der äusseren Reihe, welche sich übrigens beträchtlich erweitern, sinkt auf das der Zahl der Strahlen entsprechende Maass fast oder ganz herunter, und die Strahlen werden nur noch 4—3 Zellen dick. Die relativen Längenverhältnisse der Zellen der verschiedenen Rindenschichten sind entsprechend denen bei *Lemna;* die Zellen der auf die subepidermidale folgenden Zellschicht, 2mal kürzer als die der ebengenannten, sind ebenfalls 2mal kürzer als die darauffolgenden die Zwischenwände zwischen den Lufthöhlen bildenden Lagen; dagegen nimmt die Zellenlänge wieder ab in den innersten Lagen; ebenso sind, wie bei *Lemna*, die Zellen der mittleren Lagen sehr gewöhnlich mit zugespitzten Endigungen versehen, mittelst deren sie sich zwischen einander schieben, und im Zusammenhang damit ist, wie Durchschnitte in verschiedenen Höhen derselben Wurzel zeigen, weder die Zahl der Strahlen, daher auch der Lufthöhlen, noch die der Schichten in aneinander stossenden Partieen immer gleich, sondern beide Verhältnisse wechseln, daher die allgemeine Anordnung der Rindenelemente in Längsreihen zahlreiche Störungen erleidet. Ueber die specielle Structur der innersten Rindenschicht gilt das bei *Lemna* Gesagte; die Kräuselung der radialen Wandungen dieser der Schwefelsäure widerstehenden Zellen variirt zwischen dem Unmerklichen und ziemlich beträchtlichen Graden; ebenso finden sich in ihnen niemals Chlorophyll und Stärke ein, welche dagegen die übrigen Rindenschichten (mit Ausnahme der subepidermidalen, in welcher ich sie nie traf) in nach innen zunehmender Menge von der Zeit an, wo die Längsdehnung erfolgt, bis zum Eintreten des Alters erfüllen. Der Inhalt der Zellen der Strangscheide ist auch bei *Spirodela* derselbe, wie der der Zellen des centralen Stranges; schon die Weite der betreffenden Zellen ist bei den Lemnaceen zu gering, um Körner, wie sie sich in den übrigen Rindenschichten zu Zeiten vorfinden, zu führen.

Der von der Rinde umschlossene Fibrovasalstrang besteht aus einem axilen, verhältnissmässig dickwandigen, durchschnittlich 0,005^{mm} weiten Gefäss[1], mit ringförmigen und streckenweise dazwischen eingeschalteten spiralförmigen Verdickungen und einem um dieses gestellten, mit der Strangscheide gleichzähligen, aber in den radialen Wandungen mit den Zellen der letzteren alternirenden Kreis meist 5kantiger cambiformer Zellen von beträchtlicher Länge, welche sich denen von *Lemna* analog verhalten.

Die so gewöhnliche rothe Färbung der Wurzeln von *S. polyrrhiza* hat ihren Sitz in den äusseren Rindenschichten; der rothgefärbte Zellsaft wird durch Alkohol entfärbt; erst im vorgerückteren Alter bleibt an seiner Stelle eine gleichmässig das Lumen einzelner (besonders im äussern Theil der intercavernalen Scheidewände gelegener) Zellen erfüllende braune Masse zurück (XIII, 12); aus solchen Zellen ist, wie in der Axe, das Chlorophyll und die Stärke

1) Obwohl Längsschnitte durch dieses Gebilde nicht wohl herzustellen sind, und mir auch sonstige Mittel, die Abwesenheit der Querwandungen in ihm nachzuweisen, nicht zu Gebot standen, so lässt doch der Umstand, dass nach seiner Freipräparirung auf längeren Strecken die genaueste Durchmusterung keine Spur von Zwischenwandungen in seinem Verlauf erkennen lässt, mir in dem vorliegenden Fall den Gebrauch obiger Bezeichnung rathsam erscheinen. Ein positiver triftiger Grund — wie er bei den entsprechenden Bildungen in den Axenorganen der Lemnaceen unläugbar existirt —, etwas Anderes als eine fortlaufende Röhre anzunehmen, liegt hier in der That nicht vor.

verschwunden. Das Gewebe des Wurzelhalses erfährt, wie bei *Lemna*, nur eine geringe Längsdehnung.

Die Wurzeln von *Spirodela* beschliessen frühzeitig ihr Spitzenwachsthum, bringen es dagegen gewöhnlich zur vollständigen Dehnung ihres zuletzt hinzugewachsenen Endes. Wurzeln, welche sich noch nicht zur Einstellung des Wachsthums anschicken, besitzen eine Vegetationsspitze von der ungefähren Gestalt eines Kugelsegments, welches dem abgestumpft-kegelförmigen Wurzelende aufgesetzt ist. Die regelmässige Schichtung der in Längsreihen gestellten Zellen setzt sich bis wenige Zellhöhen von dem äussersten, mit der Wurzelhaube in Zusammenhang stehenden Ende, wenn auch mit verminderter Schichtenzahl, fort (XIII, 14). Vollständig ausgewachsene und gedehnte Wurzeln zeigen ein schlank paraboloidisches Endstück und eine nicht von einer, sondern von einigen (3—4) Scheitelzellen gebildete Spitze (XIII, 15. 16); das Ende des Fibrovasalstranges reicht bis unmittelbar unter den Scheitel und wird hier zunächst umgeben von einem nur zweischichtigen, aber schnell an Schichtenzahl zunehmenden Gewebsmantel. Es erfolgt somit jedenfalls gegen das Ende der Entwicklung hin eine leichte Modification der Wachsthumsvorgänge, welche zu einer Reduction der Dicke der Wurzeln und der Zahl der Gewebsschichten führt. Falls aus der Anordnung der Theile in diesem gedehnten Zustand ein Schluss erlaubt wäre, würde dieselbe auf eine von Seiten der Scheitelzellengruppe durch schiefe Wandungen nach aussen erfolgende Abscheidung von Gliederzellen und zunächst eintretende tangentiale Spaltung der Gliederzellen hindeuten, wobei aus den äusseren Tochterzellen die Epidermis, aus den innern die Rindenschichten sich entwickelten, der Fibrovasalstrang aber kaum anders als durch Abscheidung einer axilen Zelle von einer der innern Tochterzellen entstehend gedacht werden könnte. Indessen ist sehr wahrscheinlich, dass in diesem Stadium ungleichmässige Dehnungen der Zellen der Scheitelregion Platz gegriffen und die im Meristemzustand vorhanden gewesene Structur verwischt haben.

Die Anlegung des Gefässes erfolgt nie in den jüngsten Wurzeltheilen, sondern erst in solchen, die ihre Längsdehnung schon begonnen haben; eine Folge davon ist, dass die Ringe und Spiralstücke in der spätern Zeit nur in mässigem Grad auseinandergezogen werden und das Gefäss stets leicht erkennbar bleibt; eine nachträgliche Anlegung weiterer Gefässe findet nicht statt. In der Basis jugendlicher Wurzeln sieht man das Gefäss auftreten bei einer Länge von 0,46 ^{mm}, nachdem von dem Knoten des Sprosses aus ein 3 Gefässzellen neben einander enthaltender Strang an den Ursprung der Wurzel hin sich entwickelt hat. Später bleibt das Ende des Gefässes meist 0,5—0,56 ^{mm} hinter der weiterwachsenden Vegetationsspitze zurück; nur schliesslich, nach Beendigung des Wachsthums, setzt sich das Gefäss bis 0,18—0,2 ^{mm} von dem Wurzelende fort. Auch bei *S. polyrrhiza* findet man bisweilen die eine oder andere der cambiformen Zellen, welche das Gefäss in einfacher Schicht umgeben, tangential getheilt.

Was *S. oligorrhiza* betrifft, so scheinen ihre Wurzeln, so viel sich ermitteln lässt, im anatomischen Bau der äusseren Schichten mit denen von *S. polyrrhiza* übereinzustimmen, namentlich fehlt auch bei ihr die kleinzellige subepidermidale Schicht nicht. Stets findet sich in den äusseren Rindenzellschichten ihrer verschiedenen Formen viel braunes Pigment, bald so massenhaft, dass die ganzen Wurzeln dunkel gefärbt erscheinen (*S. melanorrhiza*) bald in mässi-

geren, nur bei näherer Untersuchung bemerklich werdenden Quantitäten. Ein auffallender Unterschied der auch hierin zwischen *Lemna* und *S. polyrrhiza* stehenden Pflanze von der letztgenannten ist der, dass man zwar in junge, etwa 1 mm lange Wurzeln ein Gefäss vom Spross aus hineintreten sieht, dieses dagegen sich nicht in die weiter hinzuwachsenden Theile hinein entwickelt, daher weder erwachsene Wurzeltheile, noch die Enden älterer Wurzeln eine solche Bildung erkennen lassen.

Allgemeines.

Bei allen bewurzelten Lemnaceen cuticularisirt weder die Oberfläche der unter dem Schutz der Wurzelscheide sich entwickelnden Wurzelhaube noch die der Epidermis des Wurzelkörpers zu irgend einer Zeit. Es ist ferner längst bekannt[1]), dass die Wurzeln dieser Pflanzen eines der wenigen Beispiele für völligen Mangel der Wurzelhaare bilden. Sehr gewöhnlich zeigen die Wurzeln einen zur Längsaxe schiefen, eine steile Spirale beschreibenden Verlauf der Längsreihen der Zellen der äussern Gewebsschichten; am auffallendsten ist diese Erscheinung bei *S. polyrrhiza*, bei welcher die kleinzellige Beschaffenheit der subepidermidalen Schicht die Beobachtung erleichtert, daher die folgenden Bemerkungen sich vorzugsweise auf diese Art beziehen sollen. Die Richtung der Spirale zeigt keinerlei Beziehung zu sonstigen morphologischen Verhältnissen, z. B. der Wendung der Blattspirale; man kann selbst an Wurzeln eines und desselben Individuums beiderlei Richtungen finden, doch fand ich ganz überwiegend häufig die linksläufige Richtung. Die Richtung schlägt an einer Wurzel nicht in die entgegengesetzte um; dagegen finden sich wenigstens an einer und derselben Wurzel Partieen mit senkrechten und solche mit schiefen Längsreihen. Die nächste Ursache der Erscheinung kann in nichts Anderem gesucht werden, als in einer leichten, für die äusseren Schichten natürlich sich stärker geltend machenden Drehung der Wurzeln; sie wird, was die angegebene Erklärung ausser Zweifel setzt, an ganz jugendlichen Wurzelstücken stets vermisst; an manchen Wurzeln unterbleibt sie ganz. Die positiv heliotropischen Krümmungen der Wurzeln[2]) sind bei keiner Art so auffallend als bei *L. trisulca*, dagegen bei *S. polyrrhiza* kaum nachweisbar. Die Längenentwicklung der Wurzel ist am beträchtlichsten bei *L. gibba*, namentlich gewissen Formen dieser Art, bei welchen Wurzeln von 7—8 cm gefunden werden, weit geringer bei *S. polyrrhiza*, bei welcher ich keine Wurzel von mehr als 31 mm Länge finden konnte; *L. minor*, *S. oligorrhiza* u. a. halten in dieser Beziehung die Mitte zwischen jenen zweien. In den Stöcken von Wassersprossen der *L. trisulca* sind gewöhnlich die meisten Individuen ohne entwickelte Wurzeln wegen der trägen Entwicklung der letztern einerseits und ihres frühen Absterbens andererseits; bei den Wintersprossen von *S. polyrrhiza* bleiben die Wurzeln klein bis nach voll-

1) Treviranus, Phys. d. Gew. I, 376.

2) Sachs, Experimentalphys. d. Pfl. p. 41. Die Erscheinung selbst wird schon von Wolff (a. a. O. p. 8) erwähnt.

endeter Winterruhe, worauf dann bei beginnender Weiterentwicklung eine mässige Verlängerung eintritt. Das angegebene Verhalten der Wurzeln der Wassersprosse von *L. trisulca* ist einer der einleuchtendsten Belege für die gewiss richtige Ansicht[1]), dass der Hauptnutzen der Wurzeln der Lemnaceen in der Beihilfe besteht, welche sie zur Erhaltung der Pflänzchen in horizontal schwimmender Lage leisten; dass sie nicht hinreichen, den Bedarf derselben an Wasser durch Aufsaugung zu decken, dieses vielmehr durch die ganze ins Wasser tauchende Fläche des Sprosses aufgenommen werden muss, wird bewiesen durch den leicht mit demselben Erfolg zu wiederholenden Versuch Gasparrini's[2]), nach welchem Individuen, die nur noch mit den Wurzeln ins Wasser tauchend gehalten werden, in kurzer Zeit vertrocknen; dass andererseits ihre Anwesenheit nicht unumgänglich nothwendig für die Existenz der Pflanzen ist, geht nicht blos aus der von Hoffmann[3]) berichteten Erfahrung an *S. polyrrhiza* hervor, sondern auch aus der von mir mehrfach gemachten Bemerkung, dass *L. gibba* bei geselligem Vorkommen wurzellos vegetiren, kräftig gedeihen und selbst blühen und reichlich Früchte reifen kann, indem es bei dieser Art vorkommt, dass die langen Wurzeln nicht etwa durch Absterben von den Spitzen her, sondern durch Zersetzung der unterhalb des Halses gelegenen oberen Partie aus mir nicht bekannten Gründen mit einem Mal fast in ihrer ganzen Länge massenhaft verloren gehen, während vielleicht in einem ganz benachbarten Theil desselben Gewässers die Wurzeln eben so regelmässig erhalten bleiben.

Dass übrigens die Wurzeln vermöge des Gehaltes ihres Körpers und ihrer Haube an Chlorophyll mit Stärkeeinschlüssen an der assimilirenden Thätigkeit des Parenchyms der Sprosse Theil nehmen, ist selbstverständlich.

Blüthe und Frucht.

Nachdem schon im Obigen von der Gestaltung der Sprossfolge zum Zweck der Blüthenbildung bei den einzelnen Gattungen die Rede war, sind hier nur noch die morphologischen Verhältnisse des zum Blüthenspross werdenden Achselsprosses selbst und der einzelnen Blüthentheile zu berücksichtigen. Da ich bis jetzt nur für *Lemna* Gelegenheit fand, die bezüglichen Entwicklungsvorgänge in ihren allgemeineren Zügen zu verfolgen, so sei es erlaubt, mit der Betrachtung dieser Gattung zu beginnen; die vorzugsweise zur Untersuchung gewählten Arten, *L. trisulca* und *gibba*, zeigten bis zum Auftreten der Samenknospen keinerlei Abweichung von einander.

Wenn ein Spross sich anschickt, aus seiner jüngeren Blattachsel Blüthentheile statt eines vegetativen Tochtersprosses zu entwickeln, so wird zunächst das eine der zwei Staubblätter, und zwar das vordere (der Spitze des Muttersprosses zugekehrte) angelegt; es erscheint ein äusserst kleinzelliges Wärzchen, anfangs mit den zu Gebote stehenden Hilfsmitteln von einem

1) Gasparrini, a. a. O. p. 124.
2) Ebendaselbst.
3) a. a. O. p. 231.

sich entwickelnden Tochtersprosses nicht zu unterscheiden und in derselben Weise wie ein solcher von einer von vorn und innen ausgehenden Sprossfalte überwachsen, welche in der Folge zur Bildung der Tasche ganz in der gewöhnlichen Weise Veranlassung gibt. Bald jedoch, und noch ehe die Decke der Tasche das Staubblatt ganz überwölbt hat (XI, 1), gibt dieses durch Verbreiterung seines vorderen Umfangs, wodurch seine Insertionsstelle verschmälert erscheint, und durch Zurückbleiben seiner Mittellinie im Wachsthum mit Bildung einer medianen Einkerbung seine Bedeutung zu erkennen, und es wird jetzt meistens, doch nicht immer, ein Beispross in der gewöhnlichen aufsteigenden Ordnung angelegt (XI, 2), der, wie oben erwähnt, sehr häufig zur Weiterentwicklung kommt, und dessen sonst sehr naheliegende Verwechslung mit einem Blüthentheil bei Berücksichtigung seiner Lage auch in der Folge leicht vermeidbar ist. Der Axentheil des Blüthensprosses bleibt vollkommen verkürzt, und es ist bei der Beschaffenheit des Bildungsgewebes ohnehin durchaus unmöglich zu entscheiden, ob eine ähnliche Zurücklegung, wie sie bei den vegetativen Sprossen erfolgt, oder irgend welche Verschiebungen durch nicht näher anzugebende Wachsthumsvorgänge der Lagerung der Theile in der Weise, wie sie sich gestaltet, zu Grunde liegen. Sicher ist, dass die nun folgenden Organe in der Weise aus dem Ende der unentwickelten Sprossaxe hervorsprossen, dass die sogenannte *Spatha* nach dem Boden der Tasche des Muttersprosses, dagegen das Pistill nach oben gegen ihre Decke zu liegen kommt.

Hat das Staubblatt eine leicht zweiknöpfige Form angenommen, so erscheint nach rückwärts von ihm das auch in der Folge jederzeit hinter ihm in der Entwicklung zurückbleibende zweite Staubblatt (*a'*, XI, 3 und 3 *a*); jedes nimmt zunächst die Form einer sitzenden Anthere an, indem die zwei durch die erste Einkerbung getrennten Abtheilungen abermals sich median furchen und so das ganze Gebilde vier abgerundete in derselben Ebene liegende Höcker bekommt (XI, 4—7), von denen die zwei der Insertion des Staubblattes zugekehrten schon jetzt in Folge gesteigerten Wachsthums des zwischenliegenden zum Connectiv werdenden Gewebes sich weiter von einander entfernen als die zwei andern. Beide jugendlichen Antheren liegen, sich gegenseitig an der Berührungsfläche plattdrückend, einander in diesem Stadium und noch geraume Zeit an. Kurz nach dem Auftreten des zweiten Staubblatts taucht auf der schon bezeichneten dem Boden der Tasche zugekehrten Seite der Insertionsstelle beider Staubblätter ein zartes lamellenförmiges Gebilde auf (XI, 3), für welches anstatt des gewöhnlichen Namens *Spatha* die Bezeichnung als Vorblatt einstweilen gestattet sein möge. Es sei hier gleich bemerkt, dass das verhältnissmässig späte Sichtbarwerden dieses Theiles — nach den Staubblättern, aber vor dem Pistill — bei seiner unzweifelhaften Stellung unterhalb der ersteren an der gemeinschaftlichen verkürzten Axe für seine Deutung nach keiner Richtung hin benützt werden kann, übrigens an sich nichts Befremdendes hat, da analoge Vorkommnisse in der Entwicklungsgeschichte von Blüthen und Inflorescenzen nicht fehlen. Das Längenwachsthum des Vorblatts erfolgt, wie leicht aus Profilansichten in etwas vorgerückteren Stadien zu ersehen ist, unter Bildung von abwechselnd nach der Bauch- und Rückenfläche geneigten Scheidewänden in seiner ganzen Randpartie; diese verbreitert sich aber rasch durch dazwischentretende zur Fläche senkrechte Längswände in den Randzellen; es stellt zu allen Zeiten eine aus

zwei Zellenlagen bestehende Lamelle dar. Seine Insertionsstelle bleibt hiebei, nur langsam um einen Theil der Peripherie der Blüthenbasis herumgreifend, verhältnissmässig schmal, und seine Gesammtform gestaltet sich daher bis auf Weiteres etwa quer oval (XI, 3. 5. 6, *a*).

Sehr bald nach der Anlegung des Vorblattes tritt nun endlich auch auf der entgegengesetzten Seite, also nach oben, die erste Anlage des Pistills in Gestalt eines anfangs deutlich dreieckigen Wulstes auf (XI, 4. 6), dessen den Staubblättern zu-, also nach unten gekehrter Theil namentlich in der ersten Zeit dem übrigen Umfang in der Entwicklung voraus ist, ohne dass ich übrigens darüber, ob jener auch zuerst sichtbar wird, Gewissheit erlangen konnte. Sein Wachsthum erfolgt nach demselben Gesetz wie das des Vorblattes, daher auch die Wandung des Pistills aus einer Doppellage deutlich in Längsreihen angeordneter Zellen gebildet wird, wobei die sich erweiternden Theile ihre Elemente nachträglich durch radiale Längswandungen vermehren.

Indem nunmehr die hiemit angelegten einzelnen Theile des Blüthensprosses die jedem eigenthümliche Entwicklung fortsetzen, überwächst zunächst das Vorblatt die übrigen an Breite und Höhe, wobei es in Folge einer überwiegenden Streckung seiner äussern Zellenlage eine concave Gestalt annimmt und den übrigen Blüthentheilen stets anliegend bleibt. So wächst es bei *L. paucicostata* und verwandten Arten zu einem offenen, zarthäutigen, mit verschmälerter Basis aufsitzenden, im Ganzen fast kurznierenförmigen Blättchen heran (VII, 5; VIII, 11. 12). Bei *L. minor, trisulca, gibba* dagegen erlangt es eine stärkere Flächenentwicklung, legt sich nicht blos von den Seiten und vom Gipfel her über die übrigen Blüthenorgane herüber, sondern umgreift, mit breiterwerdender Basis in deren Umfang hervorsprossend, auch ihre nach oben gekehrte Peripherie, wächst, so allseitig die Blüthentheile einhüllend, in die Höhe und stellt schliesslich einen fast geschlossenen, nur mit einer verhältnissmässig kleinen senkrechten oder etwas schiefen Spalte auf der Seite der Taschendecke sich öffnenden Sack dar (VI, 10), dessen Wandungen übrigens durch ihr im Verhältniss zum vorhandenen Raume starkes und ungleichmässiges Flächenwachsthum zu mehrfachen Faltenbildungen namentlich im Umfang der Mündung genöthigt werden. Die Zellen des Vorblattgewebes, in welchen sich stärkebildende Chlorophyllkörner (in einzelnen auch Rhaphidenbüschel) einfinden, strecken sich in senkrechter Richtung beträchtlich in die Länge, bekommen leicht sinuöse Wandungen, zeigen bei denjenigen Arten, bei welchen die Gestalt des Vorblattes sackförmig wird, noch im fertigen Zustand sehr deutlich die Anordnung in gegen die Spalte convergirenden Längsreihen, wobei die äussersten Ränder in Folge einer schliesslich eintretenden Aenderung der Theilungsrichtung einschichtig werden, und ihre Aussenflächen cuticularisiren; bei den ebenerwähnten Arten wird durch die spätere Streckung der Geschlechtsorgane der Sack unregelmässig zerrissen[1] (VI, 11. 12) und geht schliesslich vollends durch Zersetzung vor der Fruchtreife zu Grund.

---

1) wie Richard (a. a. O. p. 202. 203) für *L. gibba* richtig angibt und Schleiden (*Linnaea* XIII, 388) für die Lemnaceen überhaupt, aber unrichtig, verallgemeinerte, da, wie erwähnt, schon in dieser Gattung, ganz abgesehen von *Wolffia*, verschiedene Verhältnisse vorkommen. Der Ausdruck »*Spatha membranacea*« bei Griffith a. a. O. 215, auf *L. paucicostata* bezüglich, passt für alle vorkommenden Fälle, ohne deren Charakteristisches zu bezeichnen.

Die Staubblätter bilden ihre Antheren in allen wesentlichen Theilen aus, ehe ihre unterste Basis sich zum Filament weiterentwickelt; die beiden leicht zweiknöpfigen seitlichen Hälften des Staubbeutels grenzen sich von einem unten breiten, oben zugeschärften, daher im Ganzen keilförmigen Mittelstück in der Weise ab, dass sie nur in ihren oberen Theilen einander berühren, in den unteren aber durch das zwischen sie eingeschobene Connectiv von einander getrennt werden. Die äusserste Zellenschicht jedes der so angelegten Doppelfächer nun wandelt sich in eine einschichtige die Antherenhälfte allseitig umschliessende Fachwandung um, das davon umschlossene Innere wird dagegen zu Pollenmutterzellen mit Ausnahme der von der Mitte des Connectivs aus schief nach aussen und oben zur Einkerbung der einzelnen Antherenhälfte verlaufenden Gewebspartie, aus welcher sich das jede Antherenhälfte in ihre zwei Fächer theilende Septum entwickelt. Endlich entwickelt sich der Staubfaden dadurch, dass in dem die Basis der Staubblattanlage bildenden Gewebsgürtel eine Zellenvermehrung durch rasch in basipetaler Richtung sich wiederholende Querwände eintritt, daher das fertige Filament aus einem zarten Gewebe von in Längsreihen angeordneten Parenchymzellen besteht. Ein von dem Knoten des Muttersprosses aus, wie in jeden vegetativen Seitenspross, so auch in die Basis des Blüthensprosses eintretendes Fibrovasalbündel entsendet in jedes der Filamente hinein eine zarte Ringzellenreihe[1]), welche sich bis ins Connectiv fortsetzt und etwa in der Höhe seiner Mitte endigt. Die endlich erfolgende Streckung des Filaments nicht blos in die Länge, sondern auch in die Dicke beginnt oberhalb der Mitte seiner Länge und schreitet von hier nach oben und unten fort, daher erscheinen bei allen Arten in einem gewissen Stadium (nicht blos bei *L. gibba*, wie Schleiden[2]) glaubte) die Staubfäden bauchig, werden dagegen später ziemlich genau cylindrisch; aus demselben Grund bleiben die Verdickungen der Gefässzellen auch im obern und untern Theil des Staubfadens am längsten verfolgbar[3]), ohne ausschliesslich an diese Theile gebunden zu sein. Wie in der Zeit des Auftretens und in der späteren Entwickelung das vordere Staubblatt dem hinteren vorausgeht, so pflegt auch seine definitive Längsstreckung und die kurz darauf folgende Dehiscenz der Anthere früher zu erfolgen. Durch überwiegende Streckung der dem Vorblatt zugekehrten Längshälfte des Filaments biegt sich dieses mit der Convexität nach dieser Seite (VIII, 12), so dass die Anthere gehoben und beim Hervorbrechen der Blüthentheile aus der Tasche ihres Muttersprosses vor dem Benetztwerden gesichert wird. Wesentliche Gestaltverschiedenheiten der Staubgefässe und des Pistills bei den verschiedenen Arten von *Lemna* existiren überhaupt nicht; dagegen sind diese Theile bei den exotischen Arten mit atropen Samen absolut nicht unbeträchtlich kleiner als bei den europäischen.

Nach dem Obigen liegen die beiden Fächer jeder Antherenhälfte nicht hinter, sondern

---

1) Bei der einzigen *L. valdiviana* konnte ich trotz wiederholten Suchens bis jetzt diese Gebilde in den Staubfäden nicht auffinden, wie auch in der Axe dieser Art, und ich möchte vermuthen, dass der Grund hievon nicht in der grossen Zartheit der betreffenden Zellen und ihrer bei eingetrocknet gewesenen Pflanzen nicht immer leichten Nachweisbarkeit lag, sondern dass sie wirklich fehlen, da ohnehin das Vorkommen von Gefässzellen in den verschiedenen Theilen der Lemnaceen, wie schon aus den seitherigen Ausführungen hervorgegangen sein wird, auch sonst je nach den verschiedenen Arten vielen Wechsel zeigt.

2) *Linnaea* XIII, 390. 391.

3) Caspary, Monatsb. d. Berl. Akad. 1862. p. 472.

über einander[1]), und es repräsentiren somit die Staubbatter von *Lemna* einen der nicht häufigen Fälle, wo statt innerer und äusserer Fächer obere und untere zu unterscheiden sind VII, 5. 13; VIII, 11. 12). Die Scheidewand zwischen den zwei Fächern jeder Seitenhälfte besteht in der dünnsten mittleren Partie aus 3, nach den Ansatzlinien hin aus mehr Lagen zarter Parenchymzellen (VI, 14) und umschliesst ausserdem eine Doppelreihe von Rhaphidenzellen (VI, 14); diese Rhaphidenzellenreihen laufen, wie in verschiedenen Richtungen durch die Anthere geführte Durchschnitte zeigen (VI, 14—16), zwischen der äusseren Antherenwand und dem eigentlichen Scheidewandgewebe eingeschlossen, an der Innenfläche der ersteren und der Ansatzlinie des Septums entlang um die ganze Antherenhälfte herum mit Ausnahme der dem Connectiv anliegenden Partie; die Zellen sind in der Richtung der Ansatzlinie gestreckt und die Rhaphiden in derselben Richtung gelagert. Bei der Dehiscenz der Antherenhälfte, welche in der Richtung der Scheidewand erfolgt, werden die Rhaphidenzellen zerrissen, und so erklärt es sich, warum bei allen *Lemna*-Arten der aus den Antheren genommene Pollen wie bei den Araceen mit zahlreichen Nadelkrystallen vermischt gefunden wird.

Jede Antherenhälfte ist da, wo sie nach aussen und an die andere Hälfte grenzt, von einer Faserzellenschicht umschlossen (VI, 14. 15), dagegen entwickeln sich in den Wandungszellen da keine Verdickungsfasern, wo das Connectiv angrenzt (VI, 16), somit am untern innern Umfang der untern Fächer. Die parenchymatösen Scheidewände bilden daher gleichsam directe flügelförmige Fortsätze des ebenfalls zart parenchymatösen Connectivgewebes. Wo die Faserzellen gegen das Connectiv hin aufhören, ist der Uebergang in nicht faserig verdickte Wandungszellen nicht schroff, sondern die Faserverdickungen werden zunächst sparsamer, ehe sie ganz verschwinden. Die Dehiscenzlinie findet man an jeder Antherenhälfte äusserlich angedeutet in einer eine fortlaufende Linie in der betreffenden Richtung bildenden Reihe von Zellengrenzen.

Während das Pistill sein Randwachsthum fortsetzt, entsprosst seinem hügelförmig sich wölbenden Grund gewöhnlich eine, bei *L. gibba* rasch nach einander 4—6 Samenknospen in Form kleinzelliger, schon in den frühesten beobachteten Zuständen aus mehreren concentrischen Zelllagen und einem axilen Zellenstrang bestehender Wärzchen. Die Mehrzahl derselben bei *L. gibba* würde kein Hinderniss bilden, sie als Achselknospen des einen Fruchtblattes zu betrachten, obwohl die wahrnehmbaren Erscheinungen keinen positiven Anhaltspunct für die Anschauung von der Natur der *Placenta* bei den Lemnaceen oder von der morphologischen Bedeutung der Samenknospen an die Hand geben. Die Weiterentwicklung der Samenknospen bietet von dem für andere Fälle zur Genüge Bekannten keine sichtlichen Abweichungen dar; bei *L. gibba* finden sich geraume Zeit hindurch Samenknospen von ziemlich verschiedener Ausbildungsstufe neben einander (XI, 9); sie wenden sich während des successiven Hervorsprossens ihrer zwei Integumente in der Höhe der Insertionsstelle der letzteren in der Richtung um, dass die Nähte

---

1) wie ohnedies aus den älteren richtigen Abbildungen (Richard, A. Brongniart, W. J. Hooker fl. Lond., Griffith) bekannt ist, wogegen die Beschreibung bei Schleiden (a. a. O. 388) die überdies von *Lemna* aus unrichtiger Weise auf die ganze Gruppe übertragen ist, nicht mit der Natur übereinstimmt (»rima longitudinali laterali dehiscentibus«).

der fast ganz anatrop werdenden Samenknospen nach der Mitte und einander zugekehrt, die Mündungen nach der Peripherie zu liegen kommen, bei *L. trisulca* und *minor*, wo die Krümmung nur bis zum Hemianatropen steigt, stets so, dass die Chalaza in Beziehung auf den blüthentragenden Spross nach rückwärts, die Micropyle nach vorwärts gerichtet ist; aber auch bei den übrigen Arten, bei denen eine nur leichte winkelförmige Knickung der Samenknospe gegen ihren kurzen Nabelstrang erfolgt, geschieht dies stets in der Weise, dass die Samenknospe, die niemals vollkommen atrop ist, ihre Längsaxe schief nach vorn richtet. Der Keimsack erscheint als sich vergrössernde Zelle unmittelbar unter der die Kernwarze bildenden Zellenlage; dass er schliesslich den ganzen Kern mit Ausnahme der Kernwarze verdrängt, wurde schon früher erwähnt.

Das Pistill hat mittlerweile Krugform (XI, 7. 8) und endlich, indem der später hinzuwachsende Theil sich nicht mehr durch nachträgliches Wachsthum erweitert, sondern einen verengerten, röhrenförmigen Griffeltheil darstellt, Flaschenform angenommen. Der unterste und manche Partieen des mittleren Theils bekommen durch tangentiale Spaltung der innern Wandungsschicht dreischichtige Wandungen; im obern Theil, von der Gegend an, wo sich die Fruchtknotenhöhle zum Griffelcanal verengert, werden die Wandungen selbst 4—5schichtig. Bei *L. gibba, minor* und *trisulca* tritt in die Pistillwandung, der Mediane der unteren (dem Vorblatt zugekehrten) Fläche folgend, eine von dem Fibrovasalstrang des Blüthensprosses ausgehende Ringzellenreihe ein (VI, 9), während ich eine solche bei den Arten mit atropen Samenknospen nicht finden konnte. Die schlanke, nur einen engen Canal umschliessende Griffelröhre biegt sich schliesslich in derselben Richtung wie die Filamente und kehrt daher die Narbe, welche die Form einer fast kreisrunden, nur wenig trichterförmig erweiterten, nicht papillösen Mündung hat, zum Empfang des den etwas höher gelegenen Antheren entfallenden Pollens bereit nach oben[1] (VI, 10; VIII, 12. 13. 14; IX, 2). Es bedarf endlich kaum der Bemerkung, dass, wie in fast allen Theilen, so auch in den Pistillwandungen von *Lemna* mehr oder weniger zahlreiche Rhaphidenzellen sich differenziren.

Die definitive Streckung und das Hervortreten des Pistills aus der Sprosstasche erfolgt bei *L. minor* unmittelbar vor dem Hervortreten und der Dehiscenz des älteren Staubblattes; bei *L. gibba* treten jene Veränderungen am Pistill ein nach der Streckung des älteren, aber vor der des jüngeren Staubblattes, so dass nur das letztere von dem Pistill überholt wird; dagegen bleibt in beiden Fällen das Pistill, wenn anders aus dem Unverändertbleiben seiner Form ein Schluss erlaubt ist, so lange, wofern nicht früher Befruchtung erfolgt, empfängnissfähig, bis auch das jüngere Staubblatt zur Dehiscenz gelangt. *Lemna* ist ganz dafür organisirt, dass

---

1) Auch in Betreff der Entwicklung der Blüthentheile hatte Gasparrini (a. a. O. 125 ff.) ähnliche seltsame Vorstellungen, wie für die der vegetativen Theile. Perigon (Vorblatt), Staubgefässe, Pistill, in letzterem wieder die Samenknospen und in diesen sogar wieder die einzelnen Theile sollten sich durch successive innere Gewebsdifferenzirungen aus einem Spross herausmodelliren u. s. w. Ebenso entbehren die Angaben über die Structurverhältnisse der Samenknospen und die Entwicklung des Keimlings der thatsächlichen Begründung, und es braucht daher nicht erst bemerkt zu werden, dass auch die ausführlichen daran geknüpften theoretischen Betrachtungen auf keinem festen Boden ruhen.

das Pistill von dem Pollen der zugehörigen Staubblätter befruchtet wird, was denn auch unter irgend günstigen Witterungsverhältnissen kaum ausbleiben kann. Fast regelmässig trifft man auf der Narbe Pollenkörner, die den örtlichen Verhältnissen nach fast nothwendig von der einen oder andern Anthere auf sie fallen müssen, während eine Uebertragung von fremden Pflanzen, so viel sich irgend absehen lässt, höchst unwahrscheinlich und durch keines der sonst wohl wirksamen Beihilfsmittel begünstigt erscheint, gleichwohl aber die Samenentwicklung eine sehr reichliche zu sein pflegt.

Wie bekannt, hat seit Linné eine Anzahl der namhaftesten Schriftsteller über die Lemnaceen (Schleiden, Endlicher[1]), Weddell, J. W. Hooker[2]) den ganzen Complex von Blüthentheilen als einen von einem Deckblatt gestützten, aus zwei männlichen und einer weiblichen Blüthe bestehenden Blüthenstand aufgefasst, zumeist wohl veranlasst durch die sogleich auffallende Ungleichzeitigkeit der Reife der beiden Staubblätter, oder, wie Schleiden[3]), durch eine präjudicirte Analogie mit dem Kolben und der Spatha der Araceen. Ich hatte längere Zeit nach Beobachtung der im Vorstehenden mitgetheilten Entwicklungserscheinungen, welche mir die Vorstellung einer Vertheilung der verschiedenen Blüthenorgane auf verschiedene Axen nicht zu unterstützen schienen, diese Ansicht, welcher die Mehrzahl der neueren descriptiven Werke gefolgt ist, für minder wahrscheinlich gehalten als die andere u. A. von A. Brongniart und Griffith mehr oder weniger ausdrücklich vertretene, unter den neueren Floristen z. B. von Döll[4]) adoptirte, nach welcher der ganze fragliche Organcomplex bei *Lemna* (und folgerichtig auch bei *Wolffia*) als zwitterige Blüthe zu betrachten wäre, was allerdings der unbefangenen Betrachtung als das Nächstliegende erscheinen wird. Spätere Erwägungen, namentlich mit vergleichender Berücksichtigung der Stellung der Theile bei *Lemna* und *Wolffia* und mit Vergleichung der vegetativen Verzweigung, haben mich zu der entgegengesetzten Ueberzeugung gedrängt, dass für die Natur des Ganzen als Blüthenstand überwiegende Wahrscheinlichkeit spreche. Die vorliegende Frage ist jedenfalls eine ungemein schwierige und nach jetzigen Kenntnissen einer ganz sicheren Beantwortung vielleicht gar nicht fähige. Bei dem völligen Mangel an Einsicht in die Art der Zellenvermehrung in dem Gewebe des verkürzten Blüthensprosses ist man genöthigt, sich an die wahrnehmbaren gröberen Entwicklungserscheinungen und an die genaue Betrachtung des fertigen Zustandes zu halten, um wenigstens positive Gründe für die eine oder andere Möglichkeit zu finden. Was die ersteren betrifft, so würde das successive Hervorsprossen der Staubblätter in ihrer gegenseitigen Lage, die Stellung des nachher sich entwickelnden Pistills dazu genommen, sich mit der Annahme einer Blüthe mit unvollständig dreizähligem Staubblattkreis (das nach oben gekehrte Glied desselben fehlend gedacht) wohl vereinigen lassen; indess scheint die von Anfang an bestehende Altersdifferenz der beiden Staubblätter fast allzu gross, um die erwähnte Annahme wahrscheinlich zu machen. Was das völlige Unentwickeltbleiben des Axentheils betrifft, so kann es unter den obwaltenden Umständen offenbar nach keiner Seite hin in die Wagschale geworfen werden. Die Beantwortung

---

1) Gen. pl. p. 1369.
2) Fl. Londin. T. 211.
3) Grundz. d. w. Bot. 1861. p. 417.
4) Fl. d. Grossh. Baden, I, 450.

der Frage nach der Natur der sogenannten Spatha ist für die vorliegende Frage ebenfalls ziemlich irrelevant. Selbst wenn man sich für eine Blüthe entscheiden würde, so würde es, da der Theil unverkennbar einem einzigen Blattorgan entspricht, unter allen Umständen mehr für sich haben, sie als Vorblatt des Blüthensprosses, denn als Glied eines sonst unentwickelten Perigonkreises zu betrachten. Im letzteren Fall würden die zwei entwickelten Staubblätter mit dem Perigonblatt abwechseln, das Pistill aber ihm wieder gegenüber stehen, im ersteren Fall würde irgend ein positiver Grund, ein Perigon zu ergänzen, nicht vorhanden sein, die zwei Staubblätter aber würden in einem ähnlichen Stellungsverhältniss zu dem Vorblatt sich befinden, wie die zwei durch den Ursprung der vegetativen Tochtersprosse angezeigten Blattinsertionsstellen zu dem an dem vegetativen Spross zu ergänzenden Vorblatt. Die hauptsächlichste Schwierigkeit bildet die Stellung des Vorblattes nach unten am Boden der Sprosstasche, während es nach Analogie des Verhaltens der vegetativen Sprosse fast in der entgegengesetzten Stellung gesucht werden müsste. Will man nicht etwa annehmen, dass der Blüthenspross mit einem dem Tragblatt superponirten Vorblatt beginne, so bleibt fast nur die allerdings rein hypothetische Annahme einer anstatt der Rückwärtsschlagung eintretenden Verschiebung des Blüthensprosses nach rückwärts in der Richtung einer den Flächen des plattgedrückten Muttersprosses beiläufig parallelen Ebene unter Beschreibung eines Bogens von etwa 45° übrig, wobei die Lage des Beisprosses zu den Blüthentheilen, welche jederzeit die gleiche aufsteigende XI, 2) und mit der bei den vegetativen Sprossen identische ist, nicht alterirt zu werden brauchte. Die in der Stellung des Vorblattes gelegene Schwierigkeit ist aber bei beiden Auffassungsweisen der *Lemna*-Blüthe, um die es sich handelt, ganz die gleiche und kann daher für die hier vorliegende Frage nach keiner Seite hin verwerthet werden.

Zu einer Beantwortung der letzteren ist, wie es mir scheint, am ehesten zu gelangen, wenn man von der Gattung *Wolffia* ausgeht, bei welcher die Verhältnisse einfacher und einleuchtender liegen. Jede Blüthengrube enthält vorn ein Staubblatt, hinter diesem ein Pistill. Von einer Zurücklegung des Blüthensprosses in der Art der vegetativen kann hier keine Rede sein; die Organe halten ihre gewöhnliche Wachsthumsrichtung, vom Sprosskörper etwa rechtwinklig abstehend, ein. Das Tragblatt des Blüthensprosses würde, wenn ausgebildet, nach rückwärts, das Vorblatt dagegen ihm gegenüber, zwischen das Staubblatt und den vordern Umfang der Blüthengrube, zu liegen kommen. Nimmt man nun an, dass der verkürzte Blüthenspross in der Achsel seines Vorblattes einen nur ein Staubblatt hervorbringenden Seitenspross trage und hierauf zur Hervorbringung eines Fruchtblattes übergehe, so würde sich nicht blos die Stellung der Theile gegen einander von selbst ergeben, sondern auch die Analogie mit der vegetativen Verzweigung von *Wolffia* unmittelbar in die Augen springen. Hiernach scheint für *Wolffia* die Wahrscheinlichkeit eines in der angegebenen Weise sich aufbauenden Blüthenstandes überwiegend, während bei der Annahme einer einzigen Blüthe die Stellung des Staubblattes dem Tragblatt gegenüber, an der Stelle, wo sonst das Vorblatt seinen Sitz hat, nur durch künstliche Ergänzung irgend welcher ausgefallener Theile zu erklären wäre. Ganz in derselben Weise würde nun auch, wenn der Blüthenspross von *Lemna* in der Achsel seines Vorblattes keinen Seitenspross, dagegen in den Achseln zweier unterdrückter Wirtelblätter

männliche, aus nur je einem Staubblatt bestehende Blüthen trüge und sein Wachsthum mit der Hervorbringung einer einblättrigen weiblichen Blüthe beschlösse, die Stellung der 2 Staubblätter neben einander nach unten gegen das Vorblatt, des Pistills nach oben, wie sie in der ersten Entwicklung gegeben und noch im fertigen Zustand leicht zu constatiren ist, sich aus der Verzweigungsweise der vegetativen Sprosse von *Lemna* in Vergleichung mit der bei *Wolffia* ganz unmittelbar ergeben; es wäre einleuchtend, warum *Lemna* zwei, *Wolffia* nur ein Staubblatt besitzt. Die zwei männlichen Sprosse würden in ihrem Verhältniss zum Vorblatt den zwei in der vegetativen Sphäre zur Entwicklung kommenden Tochtersprossen entsprechen; auch würde sich das gegenseitige Altersverhältniss der beiden Staubblätter aus dem Verlauf der Blattspirale am blühenden Spross in der Weise nothwendig ergeben, wie es in der Natur vorliegt. Das verschiedene Verhalten des Blüthen- und des vegetativen Sprosses bei *Wolffia* bezüglich ihrer Richtung und Lage zum Muttersprosse würde zwar die Stellung der das Vorblatt tragenden Seite des Blüthensprosses von *Lemna* nicht erklären, aber immerhin einen Vorgang dafür bilden, dass bei *Lemna* nicht, wie bei den vegetativen Sprossen, eine Zurücklegung des Blüthensprosses erfolgt. Die späte Entwicklung des Pistills nach den beiden Staubblättern aus dem am obern Umfang des Grundes derselben liegenden Meristemgewebe würde gegen diese Auffassung der *Lemna*-Blüthen nicht durchaus sprechen, und die verhältnissmässig späte Entwicklung des Vorblattes endlich könnte weder zu ihren Gunsten noch zu denen einer andern Betrachtungsweise angeführt werden.

Ich kann nicht unerwähnt lassen, dass ich abnormer Weise die Staubbätter bei *L. gibba* verwachsen gesehen habe (XI, 11), wobei in die gemeinschaftliche Basis der Filamente eine Ringzellenreihe eintrat, sich aber in ¼ der Höhe in zwei Reihen für jedes der fast bis zur Basis der Connective verbundenen Staubgefässe spaltete, glaube aber kaum, dass diese Missbildungsfall ernstlich zu Gunsten der Zusammengehörigkeit der sonst so ungleichzeitig sich entwickelnden Organe in eine einzige Blüthe als Grund angeführt werden kann. Andererseits würde die Selbstbefruchtung der Individuen, nach dem wenigstens für die Mehrzahl der darauf untersuchten Pflanzen Bekannten, bei der Annahme eines Blüthenstandes das Meiste von ihrem Auffallenden verlieren.

Was die Blüthentheile von *Spirodela* betrifft, so lassen die spärlichen Darstellungen derselben[1] an dem Vorhandensein eines Vorblattes und an einer mit *Lemna* im Wesentlichen übereinstimmenden Pistillform, sowie an einer successiv erfolgenden Reifung der Staubgefässe

---

1) Für *S. polyrrhiza:* Griffith a. a. O. T. CCLXIV; für *S. oligorrhiza:* Kurz in Journ. of the Lin. Soc. 1866. Pl. V. Nach der Figur I, 8 bei Griffith scheinen auch bei jener die Staubgefässe zwischen Vorblatt und Pistill zu liegen. Die Figg. 10—12 deuten vierfächrige mit Längsspalten aufspringende Antheren mit äussern und innern Fächern an, und zwar mit einer Deutlichkeit, die bei der sonstigen Gewissenhaftigkeit der wenn gleich groben Zeichnungen an dem Sachverhalt kaum zweifeln lässt. Andererseits wäre zu erwarten gewesen, dass Schleiden, welcher die männlichen Organe dieser Pflanze sah (Linnaea XIII, 386), eine etwa wahrgenommene Differenz derselben von *Lemna* zum Behuf seiner Gattungstrennung verwerthet und erwähnt haben würde, was nicht geschehen ist. Dagegen würden für *S. oligorrhiza* die Kurz'schen Figuren 4 und 5 eher eine mit der bei den *Lemna*-Arten übereinstimmende Form der Staubbeutel ausdrücken. Da ich weder die eine noch die andere Art blühend zu erlangen vermochte, so bin ich nicht im Stand eine Entscheidung zu treffen.

keinen Zweifel, geben dagegen nicht blos über die Stellung der Theile wenigstens keinen genügenden Aufschluss, sondern harmoniren auch unter sich nicht in Betreff des Baues der Antheren bei den verschiedenen Arten.

Wie sei Schleiden[1]) bekannt ist, findet sich bei *Wolffia* 1 Staubblatt und 1 Pistill, welches letztere, wie Weddell[2]) gezeigt hat, seine Lage nach rückwärts vom ersteren hat. Die von Weddell für *W. brasiliensis* gegebene gerade in gegenwärtigem Punct vortreffliche Beschreibung lässt sich auf alle übrigen Wolffien, so weit deren Blüthen bekannt sind, übertragen, indem diese bei allen übereinstimmend beschaffen sind; nur von der Richtigkeit der Angabe, dass das Staubgefäss seine Insertion in einem höheren Niveau als das Pistill habe, und von der Anwesenheit einer zweischichtigen Antherenwandung konnte ich mich nicht überzeugen. Ein dem Vorblatt von *Lemna* entsprechendes Gebilde existirt nicht[3]); das Filament ist bis zur Springreife der Anthere äusserst kurz (II. 16; III. 10; IV, 7. 16. 16. 24); bei *W. hyalina* und *repanda* sah ich eine Ringzellenreihe von grosser Zartheit in ihm[4]); die rundlich-nierenförmige Anthere, deren grösster Durchmesser rechtwinkelig zu der quer gerichteten Dehiscenzlinie, parallel der Sprossaxe verläuft, zeigt in der Richtung der Dehiscenzlinie einen über ihren ganzen Scheitel verlaufenden dunkeln Streifen, herrührend von einer Doppelreihe von rothbraunes durch Erwärmen mit Aetzkali verschwindendes Pigment enthaltenden Zellen, zwischen welchen das Aufspringen erfolgt (II, 16; IV, 15. 23. 24). In derselben Richtung verläuft durch die Antherenhöhle eine sie in ein vorderes und hinteres Fach theilende senkrechte Scheidewand (III, 10; IV, 16), gebildet von einer Doppellage zarter Zellen und schon vor der Dehiscenz verschrumpfend und sich vom Antherenscheitel ablösend. Die äusseren Wandungen der Fächer werden wie bei *Lemna* von einer einfachen Lage von Faserzellen gebildet. Ist das Aufspringen in der Richtung der braunen Linie und der Ansatzlinie der Scheidewand am Antherenscheitel erfolgt, so schlagen sich die zwei entstehenden Klappen nicht blos auseinander (III, 8. 12), sondern stülpen sich bei der schnell eintretenden Austrocknung regenschirmartig zurück (IV, 17); gleichzeitig streckt sich das Filament stark und hebt die Anthere, welche zuvor in der Sprossgrube eingesenkt gewesen war, aus dieser hervor. Filament und Antherenklappen schrumpfen stark und zwischen den letzteren bleiben Spuren der vertrockneten Scheidewand noch kürzere oder längere Zeit sichtbar.

Die Faserzellen, welche die einschichtige äussere Wand der Antheren bilden, haben bei *W. arrhiza* einen Dickedurchmesser von $0{,}011^{mm}$ und bei allen Arten von *Wolffia* und *Lemna* übereinstimmende Structur. Ihre Verdickungsleisten sind, wie man sich besonders bei Hinzubringen von Schwefelsäure zu Antherenwandungsstücken überzeugt, einfache bogenförmige Stücke mit etwas verbreiterten und zweispitzigen Enden und umgreifen einen Theil der Zellwandungen in der Weise, dass sie gegen die Mitte der nach aussen gekehrten Wandung jeder Zelle in Mehrzahl entspringen (IV, 25), nach allen Seiten divergirend an den einander zugekehrten Sei-

---

1) a. a. O. p. 389. 2) a. a. O. p. 160 ff.

3) Schleiden (a. a. O. u. Grundz. d. w. Bot. 1861, p. 417) nimmt für alle Lemnaceen ein solches an.

4) Bei den andern Arten gelang es mir nicht, dieselbe aufzufinden, allein ich möchte ihre Abwesenheit bei ihnen wenigstens nicht bestimmt behaupten, da auch bei den obigen getrocknet gewesenes Material den Nachweis nur in der Minderzahl der untersuchten Blüthen gestattet.

tenwandungen der Faserzellen bis zu deren Basis verlaufen[1] und hier endigen, so dass also die nach der Antherenhöhle gekehrte Seite der Faserzellen ohne Verdickungen ist.

Die Pollenkörner aller Lemnaceen sind annähernd oder genau kugelig, ohne sichtbare vorausbestimmte Austrittsstelle für den Schlauch; die Exine ist bei allen *Wolffia*-Arten (IV, 10. 18. 26) kleinwarzig[2] bei Durchmessern von durchschnittlich 0,02^{mm} (0,019—0,022^{mm}, bei *W. Welwitschii* nur 0,016—0,018^{mm}), bei allen *Lemna*-Arten (VI, 16; VII, 6. 14) feinstachelig bei ähnlichen Grössenverhältnissen (0,019—0,023^{mm}), ebenso, wie es scheint, bei *Spirodela*[3]; die sonst so verschiedenen Arten der 2 erstgenannten Gattungen zeigen je unter sich in Bezug auf Grösse und Structur des Pollens die grösste Uebereinstimmung.

Das Pistill von *Wolffia* ist dem von *Lemna* sehr ähnlich sowohl in der Textur, sofern es aus 2—3 Schichten zarten parenchymatösen Gewebes besteht, als in der flaschenförmigen Gestalt (II, 4. 16; IV, 8. 15). Doch ist der den Griffel repräsentirende Halstheil beträchtlich kürzer und biegt sich nicht wie bei *Lemna*; dagegen wird zur Blüthezeit der untere Theil durch die gerade nach vorn von ihm stehende grosse Anthere in seiner Ausdehnung etwas beeinträchtigt und abgeflacht. Während Rhaphidenzellen in seinen Wandungen wie in den übrigen Organen von *Wolffia* fehlen, sind in dem Gewebe des Griffeltheils und namentlich der, wie bei *Lemna*, leicht auswärts gebogenen Narbenränder bei *W. brasiliensis* ähnliche Pigmentzellen, wie in der Oberhaut des Sprosses dieser Art, eingesprengt; bei *W. Welwitschii*, bei welcher dieselben nach Analogie von vorn herein erwartet werden konnten, habe ich solche ebenfalls zahlreich getroffen. Wie der Antherenscheitel, so pflegt auch die Narbe zur Blüthezeit das Niveau der Mündung der Sprossgrube etwa zu erreichen oder ganz wenig zu überragen.

Die Cuticula, welche die Geschlechtsorgane von *Wolffia* und *Lemna* überzieht, ist sehr entwickelt, am mächtigsten auf der Oberfläche der Anthere; hier wie auf andern Theilen tritt sie zwar nicht in den ersten der Untersuchung zugänglichen, aber doch in sehr jugendlichen Stadien als ein allerdings später an Derbheit mehr und mehr zunehmendes, durch Aetzkali sich ablösendes, mit Iod sich gelb färbendes, also mit der anderer Pflanzen übereinstimmendes und die seltsame Schilderung Schleiden's[4] nicht rechtfertigendes Häutchen auf.

Die Veränderungen, welche die Pistillwandungen bei den Lemnaceen zur Zeit der Fruchtentwicklung eingehen, sind nicht bedeutend. Zellenvermehrung findet weder in der Richtung der Dicke noch der Fläche fernerhin statt, dagegen beträchtliche Ausdehnung des Gewebes in letzterem Sinn, in Folge deren nicht blos der eigentliche Fruchtknoten, sondern auch die ihr Lumen zur Bildung des Griffelcanals allmählich verengernde untere Partie des Halstheils zur Bildung des Pericarps herangezogen wird (VIII, 17; IX, 8), während der oberste Theil kurz nach dem Beginn der Samenentwicklung verschrumpft und in diesem Zustand noch auf der reifen Frucht

---

1) Der Fall gleicht daher den in der Zusammenstellung von Purkinje (de cellulis anth. fibr., Vratisl. 1830) T. IX, 5. 13; XV, 1; XIII, 2; XVIII, 2 für Pflanzen aus sehr verschiedenen dikotylen Verwandtschaftskreisen abgebildeten.

2) Auch bei *W. brasiliensis* sind sie nicht glatt, wie Weddell (a. a. O. 162) angibt.

3) Griffith a. a. O. T. CCLXIV, 12, a.

4) Grundz. d. w. Bot. 1861, p. 492.

als sich ziemlich scharf von ihr abhebende Spitze aufsitzt (II, 5; III, 9; IV, 19. 28; VI, 17; VII, 7. 15; VIII, 16; XI, 12. 13). Wo sich zur Blüthezeit Ringzellen in der Pistillwand gefunden haben, werden dieselben durch die starke Streckung und, wie es scheint, durch Resorption der Ringleisten unkenntlich. Bei *L. gibba* und *minor* findet sich in dem Zellsaft zahlreicher Zellen und ganzer Zellengruppen der inneren Schicht rothes, in seinem chemisch-physikalischen Verhalten dem in dem Spross von *L. gibba* gleichendes Pigment ein, daher halbreife und reife Früchte im frischen Zustand schön roth gesprenkelt erscheinen; die in den Chlorophyllkörnern des Pistillgewebes zuvor vorhanden gewesene Stärke verschwindet aus demselben mehr oder weniger vollständig im untern Theil, bleibt dagegen bei allen Wolffien und Lemnen in dem an den Griffelrest stossenden obersten Theil des Pericarps bis zur Reife in Form zahlreicher grosser Körner erhalten. Die zarte sich auf diese Weise bildende Schlauchfrucht nimmt sowohl bei der mehrsamigen *L. gibba* als bei den einen horizontalen Samen enthaltenden *L. minor* und *trisulca* symmetrische Gestalt an und stellt ungefähr ein quer stehendes Ellipsoid dar (VI, 17; IX, 8. 12. 13; XI, 12. 13); bei den Arten mit fast atropen Samenknospen, bei welchen dem früher Angegebenen zufolge die Samen eine schief nach auswärts und der Sprossspitze gerichtete Stellung bekommen, hat die Frucht eine von den Sprossflächen aus angesehen asymmetrische Gestalt, indem der Same mit seinem Scheitel vorzugsweise den nach vorn von dem Griffelrest, welcher nach rückwärts gedrängt wird, gelegenen Theil des Pericarps ausdehnt, während die nach rückwärts gerichtete Peripherie in der Ausdehnung zurückbleibt (VII, 3. 10. 15; VIII, 16. 17). Auch bei den Wolffien, deren Frucht bekannt ist (*W. brasiliensis, repanda, hyalina, arrhiza*) fällt, wie schon Weddell[1]) für die erste gezeigt hat, die Längsaxe der Frucht nicht ganz mit der des Samens zusammen; der den Samenscheitel andeutende dunkle Fleck (das *Operculum*) erscheint nach rückwärts neben dem Griffelrest und schimmert hier durch das rundlich-ovale, der Form des Samens sich innig anpassende Pericarp durch (II, 5; III, 9). Das schliessliche Freiwerden des Samens erfolgt nur in Folge der Zersetzung der zarten Fruchthülle; tritt diese, was öfters der Fall ist und was man gelegentlich bei verschiedenen *Lemna*-Arten beobachten kann, am frühesten in einem der Basis benachbarten Quergürtel ein, so fällt der obere Theil kappenförmig ab; hierauf reducirt sich die angebliche *dehiscentia circumscissa*[2]) bei *L. gibba*; ich habe mich wenigstens wiederholt vergeblich bemüht, an reifen Früchten dieser Art eine quere, etwa durch eine Reihe fortlaufender Zellengrenzen im Voraus angedeutete, geradlinige Zerreissung zu bewirken oder als spontan erfolgend zu beobachten und stimme daher mit dem Urtheil Richard's[3]) und Weddell's[4]) über diesen Punct überein.

---

1) a. a. O. p. 163.
2) Schleiden in Linnaea XIII, 391.
3) a. a. O. p. 204.
4) a. a. O. p. 163. — Auch Gasparrini konnte kein Aufspringen beobachten (a. a. O. p. 133).

Zur systematischen und beschreibenden Botanik.

Es ist bekannt, dass seit Adanson[1]) eine Reihe der namhaftesten Schriftsteller die Gruppe der Lemnaceen in die nächste Beziehung zu den Araceen gesetzt oder sie selbst als eine Section dieser Familie betrachtet haben, während Andere in ihnen Verwandte der Najadeen und überhaupt der Classe der Fluvialen erblickten oder wenigstens in ihnen das Bindeglied zwischen den zwei genannten grössern Gruppen monokotyler Gewächse erkennen zu müssen glaubten. Es würde zu weit führen, alle Vertreter dieser verschiedenen Richtungen namhaft zu machen, um so mehr, da wohl nicht alle von ihnen sich bestimmter Gründe für ihre Ansichten bewusst geworden zu sein scheinen. Die Vereinigung von *Lemna* mit den Araceen stützt sich wohl ganz vorzugsweise auf gewisse Analogieen mit *Pistia*, einer Gattung, welche, obwohl sie in der Reihe der Araceen eine etwas abgesonderte Stellung einnehmen mag, doch durch *Ambrosinia* ziemlich deutlich mit jenen verbunden ist und daher, wofern man nicht jedes etwas abweichende Genus zum Typus einer eignen Ordnung erheben will, mit ihnen verbunden zu lassen sein wird. Die stark rückwärts geschobene *Plumula*, deren Richtung übrigens nach den vorhandenen Darstellungen von *Pistia*[2]) sich bei Weitem nicht mit der bei den Lemnaceen vergleichen lässt, theilt *Pistia* mit manchen andern Monokotyledonen, und was die Keimung betrifft, so ist die angebliche Aehnlichkeit zwischen einer beblätterten Pflanze mit wohl entwickelter *Plumula* und solchen, bei welchen die *Plumula* nur ein blattloses Sprossglied mit im Wachsthum gehemmter Vegetationsspitze darstellt, mehr eine scheinbare als eine wirkliche. Wenn hierzu noch bemerkenswerthe Vergleichungspuncte von Seiten der sich ähnlich verhaltenden Wurzelhaube und des bei *Pistia* ebenfalls vorhandenen, genetisch freilich dem der Lemnaceen nicht ganz entsprechenden Samendeckels kommen, so können diese in Verbindung mit dem physiologischen Charakter des Reichthums an kleesauren Kalkkrystallen, der bei *Wolffia* zwar fehlt, aber schon bei *Lemna* und noch prägnanter bei *Spirodela* hervortritt und nicht für einen Anschluss an die Najadeen, sondern an die Araceen spräche, allerdings gewiss als Fingerzeige dafür in Anspruch genommen werden, nach welcher Seite hin die letztgenannten Gattungen eine Annäherung vermitteln dürften. Eine andere Frage aber ist, ob es zweckmässig und der Natur entsprechend ist, die bei aller Mannigfaltigkeit doch so unverkennbar in sich geschlossene Gruppe der Lemnaceen mit der ebenfalls bei aller Mannigfaltigkeit so natürlichen Familie der Araceen zu vereinigen; in jenen gibt sich, wenn wir von den kleinen Wolffien, namentlich *W. columbiana*, sicher der einfachst organisirten unter den bekannten Phanerogamen, ausgehend zu der schon ziemlich complicirt gebauten *Spirodela polyrrhiza* vorgehen, ein successives aber stetiges Fortschreiten zu vollkommeneren Entwickelungsstufen unverkennbar kund, ohne dass darum die Kluft zwischen *Spirodela* und der am nächsten an sie hin reichenden Araceengattung

1) nach einem Citat bei Weddell a. a. O. S. 161.
2) z. B. Schleiden, Grundz. d. w. Bot. 1861, p. 531; Klotzsch, über Pistia (1853).

überbrückt würde; sie dürfte im Ganzen entschieden weiter sein, als die zwischen den einzelnen Lemnaceengattungen und auch als die zwischen den einzelnen Gruppen, in welche die Familie der Araceen gebracht werden muss. Es würde sich von diesem Gesichtspunct aus am allerwenigsten die von Lindley u. A. vorgeschlagene Vereinigung der Lemnaceen mit *Pistia* zu einer den Araceen gegenüberzustellenden Familie als naturgemäss empfehlen. Ich habe andererseits oben p. 4 ff.) zu zeigen versucht, dass in der Entwickelungsgeschichte des Keimlings von *Lemna* bemerkenswerthe Analogieen mit entsprechenden Vorgängen bei den Zosteraceen, die unbestritten, wo nicht ganz mit den Najadeen vereinigt, so doch in deren unmittelbare Nähe gesetzt werden und den Ausgangspunct einer andern den Spadicifloren etwa parallelen Gruppe natürlicher Abtheilungen bilden, gelegen sind. Was man sonst für einen Anschluss der Lemnaceen an diese Abtheilung der Monokotylen geltend machen könnte, ist theils mehr äusserlicher und unwesentlicher Art, theils würde es sich, wie die grosse Unvollständigkeit der Blüthen, eben so gut nach der andern fraglichen Seite hin verwerthen lassen. Zudem würde, auch wenn man von der constanten Anwesenheit eines wenn auch zum Theil nur einschichtigen Endosperms absieht, der Gesammtbau des fertigen Keimlings der Lemnaceen einen völligen Anschluss derselben an eine der Familien der Fluvialen bei der in den höher entwickelten Gliedern der letzteren so ausgesprochen makropoden Gestalt des genannten Theils nicht rechtfertigen, und es möchte sich daher unter diesen Umständen und bei unsern gegenwärtigen Kenntnissen allerdings als das Naturgemässeste empfehlen, die Wasserlinsen als den gemeinschaftlichen, die niedrigste Stufe einnehmenden Ausgangspunct jener zwei Reihen zu betrachten, von welchen sich die übrigen Monokotyledonen in einer hier nicht zu untersuchenden und vielleicht auch überhaupt für jetzt nicht in allen Einzelnheiten feststellbaren Weise abzweigen würden. So lange wir genöthigt sind, den muthmasslichen oder mehr oder weniger klaren genetischen Beziehungen verschiedener Pflanzengruppen zu einander in der Aufstellung von in verschiedenen Abhängigkeitsverhältnissen zu einander stehenden über- und untergeordneten systematischen Abtheilungen Ausdruck zu geben, und so lange wir unter natürlichen Familien solche Gruppen von Gattungen verstehen, welche, in sich deutlich und innig zusammenhängend, von den etwa nahestehenden durch eine in der jetzigen Schöpfung unvollständig ausgefüllte Kluft getrennt sind, so lange wird es schwierig sein, den Lemnaceen den Rang einer solchen streitig zu machen. Ob man nun dieselbe bei diesem Verfahren der einen oder der andern der zwei in Betracht kommenden grösseren Classen unterordnet, wird stets bis zu einem gewissen Grade willkürlich bleiben; die natürlichen Beziehungen der verschiedenen Gruppen zu einander werden durch keine der beiden Anordnungsweisen ihren ganz adäquaten Ausdruck finden.

Es ist schon wiederholt ausgesprochen worden und bedarf wohl nach dem Seitherigen keiner weiteren Begründung, dass in den Lemnaceen die einfachst und niedrigst organisirte Gruppe von Blüthenpflanzen vorliegt, und es ist eine um so empfindlichere, aber wie es scheint durch die Unvollständigkeit der in die Jetztwelt herüber gelangten Descendenzreihen bedingte und darum unvermeidliche Lücke in unsern Kenntnissen, dass der Anknüpfungspunct für diese Gruppe nach abwärts so gut wie fehlt. Bei all der grossen Bedeutung, welche unseren jetzigen Gymnospermen als Bindegliedern, die von den höheren Sporenpflanzen zu einem Theil der

Phanerogamen herüberleiten, gewiss mit allem Recht beigelegt wird, wird man sich bei vorurtheilsfreier Betrachtung der Dinge nur schwer entschliessen können, nicht für die einfachsten monokotylen Gewächse einen andern, durch jene nicht vermittelten Zusammenhang mit Pflanzen niedrigeren Ranges wenigstens zu vermuthen.

Es bedarf nach unseren jetzigen Kenntnissen nicht mehr des ausdrücklichen Beweises, dass die Lemnaceen, selbst wenn man den Gattungsbegriff möglichst weit fassen will, einer einzigen Gattung im gebräuchlichen Sinn nicht entsprechen. Die Wolffien sind von den übrigen Lemnaceen durch Merkmale, die in der Zusammensetzung des Blüthensprosses und speciell wieder der Structur des Staubblattes gegeben sind, aufs Beste unterschieden, und diese Verschiedenheit wird noch durch die eigenthümlichen Verhältnisse der Sprossfolge und den dadurch bedingten Habitus, welcher bei aller Mannigfaltigkeit der äusseren Gestaltungen ein Glied dieser Gattung auch im blos vegetativen Zustand leicht erkennen lässt, endlich selbst durch den ebenfalls durchgreifenden physiologischen Charakter des Mangels der Krystalle und den mit all Diesem zusammentreffenden abweichenden Bau der Oberhaut nicht unwesentlich erhöht, während die in dem Mangel eines Gefässbündelsystems in der Axe gelegene Unvollkommenheit wenigstens einige graduelle Verschiedenheiten zeigt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass einige nur vegetativ bekannte Formen künftig bei erlangter Kenntniss ihrer Fructificationsorgane ein eigenes neben *Wolffia* stehendes Genus zu bilden haben werden; die Verästelungsweise derselben, auf den oberflächlichen Blick vollkommen an *Wolffia* erinnernd, zeigt bei genauerem Studium eine bedeutende und, wie früher (p. 42) gezeigt wurde, bei dem Mangel derEinsicht in die feineren Entwickelungsvorgänge und die Gestaltungsweise blühender Sprosse nicht sicher zu erklärende Abweichung von dem Typus dieser Gattung; es sei mir aber gestattet, jene Formen wenigstens vor der Hand als Untergattung von *Wolffia* zusammenzufassen, um den immerhin vorhandenen unverkennbaren Analogieen Rechnung zu tragen.

Ueber die Rathsamkeit der weiteren generischen Zerspaltung der noch übrigen Lemnaceen sind eher Zweifel erlaubt. Ein sorgsames Studium der verschiedenen Formen rücksichtlich der morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse führt unter allen Umständen zu der Ueberzeugung, dass unter den von Schleiden weiterhin von *Lemna* abgetrennten Gattungen *Spirodela* die nächstbeste Berechtigung hat, indem die Kluft zwischen den Spirodelen und den nach ihrer Ausscheidung noch übrig bleibenden *Lemna*-Arten entschieden eine weitere ist, als die, welche zwischen verschiedenen Gruppen der letzteren existirt. Vegetative Merkmale — und auf solche hat Schleiden nach eigener Erklärung die Gattung *Spirodela* gegründet — behaupten in der vorliegenden Familie ganz unverkennbar ein bedeutendes Gewicht gegenüber dem Werth der generativen, dessen Zurücktreten sich z. B. in der verschiedenen Beschaffenheit der Samenknospen und Samen bei unbestreitbar in die Gattung *Lemna* im engsten Sinn gehörigen Arten auffallend äussert. Wenn nun auch der Schleiden'sche Charakter der Anwesenheit von Gefässzellen in den Axenorganen von *Spirodela* nach Dem, was früher für *Lemna* rücksichtlich eines stufenweise ausgedehnteren Hervortretens derartiger Bildungen in dieser Gattung gezeigt wurde, keine allzu grosse Geltung mehr beanspruchen dürfte, so bleibt doch das Auftreten von Blättern bei *Spirodela* ein sehr gewichtiger Unterscheidungspunct,

der in der reicheren Nervatur der Axe und der Mehrzahl der überdies nicht gefässlosen Wurzeln, endlich, wofern man darauf Rücksicht nehmen will, ebenfalls wieder in dem Bau der Oberhaut und dem Auftreten einer zweiten Form von Krystallen weitere Stützen bekommt. Unverkennbar zählt aber das Genus *Spirodela* Formen, welche sich näher an *Lemna* anschliessen als die von dieser am weitesten sich entfernende *S. polyrrhiza*, und jedenfalls ist bei Abtrennung von *Spirodela* von *Lemna* dem näheren Zusammenhang zwischen diesen zwei Gattungen durch Erhebung der Gattung *Wolffia* zur eigenen Section — etwas Anderes soll in der unten zu gebenden systematischen Zusammenstellung hiermit nicht bezweckt werden — Ausdruck zu geben.

Was endlich die Schleiden'sche Gattung *Telmatophace* betrifft, so ist diese entschieden die schwächste; ich bin weit entfernt, sie als durchaus unannehmbar zu bezeichnen, erachte sie im Gegentheil für Den, welcher eine weitergehende Zerspaltung liebt, als gerechtfertigt, und wenn ich sie daher unten nur als Untergattung von *Lemna* aufführen werde, so möchte ich hiermit nur andeuten, dass der Zusammenhang zwischen *Lemna gibba* und den andern Arten dieser Gattung nach meiner Ueberzeugung ein innigerer sei, als der zwischen allen zusammen und den Spirodelen, und somit nur die andernfalls erforderliche Eintheilung der *Lemneae* in 2 Untersectionen, eine aus 2, eine aus einer Gattung bestehend, vermeiden. In der That zeigt *L. gibba* in ihrem ganzen morphologisch-entwicklungsgeschichtlichen Verhalten eine so innige Verwandtschaft namentlich mit *L. minor*, dass der einzige triftige Trennungsgrund, die Mehrzahl der Samenknospen, dadurch an Gewicht zu verlieren scheint; von den übrigen von Schleiden benützten Merkmalen — Gestalt des Filaments, Verhalten der Fruchtwandung und Structur der Samenknospen — haben die zwei ersten, wie (p. 105. 114) gezeigt worden ist, in Wegfall zukommen, und das dritte verliert gegenüber den bei den *Lemna*-Arten im engsten Sinn vorkommenden Schwankungen in dieser Richtung den grössten Theil seiner Bedeutung. In vegetativer Beziehung liesse sich etwa noch die Zweizahl der Seitennerven in jeder Sprosshälfte anführen gegenüber der Einzahl bei den meisten übrigen Arten; allein da eine der letzteren ohne Seitennerven ist, so ist hierauf wenig Gewicht zu legen. Unter diesen Umständen kann ich Anordnungen, bei welchen *Telmatophace* mit *Spirodela* vereinigt und *Lemna* gegenübergestellt wird,[1] keineswegs als naturgemäss ansehen; noch weniger aber den Versuch, *Telmatophace* von den vereinigt bleibenden Gattungen *Spirodela* und *Lemna* zu trennen, oder gar noch in der diesergestalt eingegrenzten Gattung *Lemna* einerseits *Lemna* mit *Spirodela*, andererseits *Staurogeton* einander gegenüberzustellen.[2]

Die letztgenannte von Reichenbach auf *L. trisulca* gegründete Gattung bildet eine sehr ausgezeichnete aber kaum gleichen Werth wie *Telmatophace* besitzende Unterabtheilung von *Lemna*; die völlige Uebereinstimmung von *L. trisulca* mit *L. minor* — und nur mit dieser allein — in der Fructificationssphäre müsste bei einer mehr künstlichen Anordnung dazu führen, beide unmittelbar neben einander zu stellen und von den übrigen Arten zu trennen; mit richtigem

1) Grenier & Godron, Fl. de France, III, 327.
2) S. Kurz in Journ. of the Linn. Soc. IX, Nr. 37 und Seem. Journ. of bot. 1867, p. 115.

Tact hat aber der Autor trotz jener Uebereinstimmung, durch die auffallenden vegetativen Unterschiede geleitet, eine Trennung gewagt, der, wenn auch ihre Bedeutung keine sehr grosse genannt werden kann, doch Natürlichkeit nicht abzusprechen ist.

Es ist ein ziemlich gemeinschaftlicher Zug der Lemnaceen, dass der Speciesbegriff bei ihnen leichter durchführbar erscheint, als man es bei andern Pflanzengruppen in der Regel gewöhnt ist. Nimmt man eine der *Wolffia*-Gruppen, deren Glieder zum Theil einander sehr nahe verwandt sind und um deren Betrachtung als blose Unterarten es sich etwa handeln könnte, sowie den Formenkreis der *Spirodela oligorrhiza*, dessen Glieder meist nur vegetativ bekannt und daher rücksichtlich ihres Verhältnisses zu einander vielleicht nur aus diesem Grund zur Zeit nicht vollkommen klar sind, aus, so lassen sich die Arten, wie sie mir wenigstens bis jetzt durch allmähliche Benützung eines ziemlich ausgedehnten Materials bekannt geworden sind, sehr gut begrenzen und durch gute und durchgreifende Merkmale charakterisiren. Es ist allerdings wohl denkbar, dass künftige Kenntniss weiterer exotischer Zwischenformen aus dieser von den Sammlern offenbar meist noch wenig berücksichtigten Pflanzengruppe die Artgrenzen mehr verwischen werde; bei gegenwärtigem Stande der Sache und bei den ziemlich reichlichen mir immerhin schon vorliegenden Daten erscheint es nicht wahrscheinlich, dass dies in sehr wesentlichem Maasse geschehen werde, und wenn man nach den möglichen Gründen dieses — man darf wohl sagen nicht gewöhnlichen — Verhaltens fragt, so dürften diese zunächst nicht in der verhältnissmässig einfachen Organisation der Lemnaceen gesucht werden, da hiegegen die Mehrzahl der Analogieen spricht, dagegen wird es erlaubt sein, an die ganz vorzugsweise durch vegetative Sprossung erfolgende Vermehrung der meisten dieser Gewächse wenigstens vermuthungsweise zu erinnern, eine Vermehrungsweise, welche die morphologischen Charaktere durch lange Reihen von Generationen hindurch eben so treu zu erhalten im Stande ist, als die geschlechtliche Fortpflanzung diese abzuändern entschieden das Bestreben hat.

Der Umstand, dass trotz der angeführten Thatsache es, wenn man gewissenhaft sein will, nicht möglich ist, gewisse Formen mit voller Sicherheit specifisch zu bestimmen, was namentlich bezüglich einiger *Lemna*-Formen gilt, hat nicht etwa seinen Grund in den mit einiger Sorgfalt[1]) leicht zu überwindenden Misslichkeiten der Untersuchung so zarter und durch das Eintrocknen stark schrumpfender Pflänzchen, als vielmehr in der häufigen Unvollständigkeit, namentlich der so gewöhnlichen Sterilität der Materialien.

Unter den einzelnen Gattungen bieten die *Wolffien* bei verhältnissmässig grosser Einförmigkeit in der generativen Sphäre einen zumal bei einer Gruppe von so beschränkter Artenzahl auffallenden Reichthum äusserer Gestaltungen in den vegetativen Theilen dar, und obwohl nicht alle denkbaren Combinationen in den bisher bekannten Formen erschöpft sind, so ist doch diese Gattung, in dem Umfang, in dem sie hier genommen werden soll, nicht blos die arten-

---

1) Auch für diagnostische Zwecke ist, was die vegetativen und überhaupt die weicheren Theile anbelangt, das Aufweichen nicht blos in Wasser, sondern auch in Kalilösung, welche die Formen häufig in überraschender Vollkommenheit wieder herstellt, ein vortreffliches und unentbehrliches Hilfsmittel. Nachheriges Färben mit diluirter Chlorzinkjodlösung lässt auch weniger grobe Structurverhältnisse wieder erkennen. Für die Samen sind dagegen Durchschnitte natürlich unentbehrlich.

reichste, sondern auch die mannigfaltigste der ganzen Familie. Bis zu einem gewissen Grad umgekehrt ist es bei *Lemna*; es finden sich hier bedeutende Unterschiede in der Fructification bei wenigstens nicht in gleichem Grad grosser Mannigfaltigkeit in den vegetativen Theilen. Es ist bei der systematischen Untersuchung von Angehörigen dieser Gattung in unfruchtbarem Zustande nicht sowohl auf die absolute Grösse der ganzen Sprosse oder auf das in den Beschreibungen oft betonte Zusammenhängendbleiben oder Auseinanderfallen derselben, als auf den Grad der Asymmetrie derselben, ferner auf die Nervatur, die Vertheilung und verhältnissmässige Grösse der Lufthöhlen und das Vorhandensein und die verhältnissmässige Grösse des Stachels Rücksicht zu nehmen, endlich auch auf die Gestalt der Wurzelhaube[1]) und Wurzelscheide. Weniger Gewicht kann auf den Bau der Epidermis, speciell die bedeutendere oder geringere Grösse ihrer Zellen und die absolute Grösse der Spaltöffnungen gelegt werden; bestimmte Arten zeigen allerdings in letzterem Punct Verschiedenheiten, aber, wie sehr zahlreiche vergleichende Messungen mir gezeigt haben, nicht in der Weise, dass die bei derselben Art vorkommenden, zum Theil nicht unbedeutenden Schwankungen nicht über die Grenzwerthe bei den benachbarten Arten hinübergreifen würden. Wo in der Folge Maasse für die Länge der Spaltöffnungen (d. h. der Schlusszellen) angeführt werden, möchte ich dieselben stets im vollkommen erwachsenen Zustand genommen wissen, so wie es sich selbstverständlich auch nur um allgemeinere Werthe handeln kann.

Es sei mir nun erlaubt, zum Schluss des gegenwärtigen Abschnittes eine Uebersicht über die systematische Gliederung der ganzen Gruppe mit kurzer Charakterisirung der einzelnen Unterabtheilungen und Arten und Angabe des geographischen Vorkommens der letzteren zu geben. In letzterer Beziehung werde ich, da das eingesehene Material zwar ziemlich reich ist, aber doch keine auch nur relative Vollständigkeit gewähren kann, nicht umhin können auf fremde Notizen, so weit ich mir solche zugänglich machen konnte, Rücksicht zu nehmen, werde dies aber stets ausdrücklich erwähnen und mit allem Vorbehalt thun. Obwohl bei der sehr verschieden leichten Erkennbarkeit der Arten die Angaben der Floristen von sehr verschiedenem Werth sind, so sollen doch der Gleichheit wegen auch solche, an deren Begründung nicht wohl zu zweifeln ist (z. B. solche für *Lemna trisulca, polyrrhiza*), von den von mir verificirten getrennt und nur solche, welche auf nachweislichen diagnostischen Verwechslungen beruhen, ganz übergangen werden.

Lemnaceae.

Frei schwimmende perennirende monokotyledone Wassergewächse mit nach $^1/_3$ im Wirtel angeordneten Blattinsertionsstellen aber entweder unterdrückten oder sehr rudimentären Blättern; Blattstellung an jedem Spross mit einem nach hinten gestellten Vorblatt beginnend. Sprosse aus durch Ueberwachsung von Seiten des bezüglichen Muttersprosses gebildeten Gruben ent-

1) auf welche auch G. Gulliver als Merkmal für die europäischen Arten aufmerksam gemacht hat, Seem. Journ. 1866, p. 375.

springend, sich früher oder später von einander lösend und darnach mehr oder weniger zusammenhängende Stöcke bildend. Der einzelne Spross im Wachsthum begrenzt, aus 2—3 kurzen Sprossgliedern bestehend. Blüthen einhäusig oder durch zufälliges Fehlschlagen polygamisch, ohne Blüthenhüllen, an der Luft sich befruchtend. Blüthensprosse verkürzt, eine weibliche aus einem Pistill bestehende Gipfelblüthe und 1—2 männliche aus je einem Staubblatt bestehende Seitenblüthen tragend. Pistill flaschenförmig, in einen Griffeltheil allmählich verschmälert, mit kurztrichterförmiger Narbenmündung und 1—6 grundständigen aufrechten Samenknospen von wechselndem Bau. Samenknospen mit 2 Integumenten, das äussere die Micropyle nicht erreichend. Frucht ein zarthäutiger nicht aufspringender 1- bis 6samiger Schlauch. Same mit dicker, fleischiger äusserer, zarter innerer Samenhaut; der Scheiteltheil der letzteren dicker, bei der Keimung als Samendeckel durch einen queren Riss sich ablösend. Keimling mittelst eines kurzen Trägers an der Innenfläche des Samendeckels hängend, sonst allseitig von einem sparsamen stärkmehlhaltigen Endosperm umgeben, mit nach rückwärts gerichtetem, der kleinen hypokotylen Axe parallelem, aus einem blattlosen Sprossglied nebst einem Tochterspross bestehendem Knöspchen, welches von dem die Hauptmasse des Keimlings bildenden, zu einem dicken fleischigen stärkehaltigen Cylinder entwickelten, gegen die *Chalaza* abgerundeten, gegen den Samenscheitel bis auf eine kurze und enge Spalte geschlossenen *Cotyledo* umfasst wird.

Tribus I. Wolffieae.

Wurzellos. Blätter unentwickelt. Vorblattachsel jedes Sprosses einen vegetativen Tochterspross tragend, daher am hintern Umfang des symmetrisch gestalteten Sprosses eine nach rückwärts gerichtete weit geöffnete Grube, aus welcher der Tochterspross entspringt. Eine oder zwei Wirtelblattachseln des Sprosses je einen Blüthenspross tragend, daher die Blüthen, wenn vorhanden, aus einer oder 2 Gruben mit verengertem Eingang auf dem Rücken des Sprosses entspringend. Blüthenspross ohne ausgebildetes Vorblatt, in dessen ideeller Achsel eine nach vorwärts von der weiblichen stehende männliche Blüthe. Staubfaden sehr kurz, erst nach dem Verblühen gestreckt. Staubbeutel zweifächerig, mit einer quer über den Scheitel verlaufenden Spalte in 2 sich zurückschlagende Klappen sich öffnend. Pollen kugelig, feinwarzig. Im Fruchtknoten eine aufrechte geradläufige Samenknospe. Same glatt, kurzeiförmig. Samenscheitel, Deckel, Wurzelende des Keimlings, Knöspchen und Cotyledonarspalte aufwärts (und wenig nach rückwärts) gerichtet. Endosperm einschichtig. — Oberhautzellen der Axe geradlinig-polygonal. Krystallzellen fehlend. Gefässzellen höchstens im Staubfaden auftretend. Axe ganz ohne oder mit schwächster Andeutung eines Gefässbündelsystems.

Gattung **Wolffia** Horkel Ms.

(Schleid. Linnaea XIII, 389). *Horkelia* Rchb. *Grantia* Griff.

Charakter der der Tribus.

Untergattung 1. **Euwolffia.**

Axe des Sprosses in der Mediane der untern Wandung der basalen Sprossgrube liegend, daher der Spross durch eine Verticalebene in 2 seitliche symmetrische Hälften theilbar. Blühend bekannte, mit Spaltöffnungen auf der Rückenfläche des Sprosses versehene Gewächse.

A. *Uniflorae.* Eine Blüthengrube auf dem Sprossrücken vorhanden.

a. *Estipitatae.* Die stielförmige Basis des Sprosses bleibt mit dem Mutterspross in Verbindung; der abgelöste Spross daher stiellos. Keine Lufthöhlen vorhanden. Die bekannten Arten haben Sprosse von bauchiger nicht plattgedrückter Form mit kreisrunder hinterer Grubenmündung und papillösen Zellen in der Epidermis der Rückenfläche, dabei ohne Spur eines Gefässbündelsystems.

1. *Wolffia columbiana* Karsten.

(T. I, Figg. 1—13).

Spross ellipsoidisch mit kaum abgeplatteter Rückenfläche und einer beschränkten Anzahl (1—6) Spaltöffnungen auf derselben, überall gleichförmig hellgrün. Zellgewebe durch den ganzen Spross grossmaschig.

W. columbiana Karst. botan. Unters. I (1865), p. 103.

Die Berechtigung, die vorliegende sehr ausgezeichnete Art an das unterste Ende der ganzen Gattung zu stellen, wird sich mit Sicherheit aus den früher geschilderten anatomischen Verhältnissen ergeben. Sie soll (nach schriftlicher Mittheilung G. Engelmann's) schon 1829 von Robbins in Connecticut, 1840 von Riddell in Louisiana beobachtet worden sein; als eigenthümlich erkannt wurde sie von dem Autor des Namens, welcher sie in Venezuela in Blüthe und Frucht sammelte und a. a. O. abbildete.

Vorkommen. Columbien: Sta. Martha, mit *Lemna paucicostata* (comm. Karst). Aragua-Thal, (Venezuela) mit Blüthe und Frucht, Karst. Mspt. (von hier sah ich sie nicht).

Mexico: nächste Umgebung der Hauptstadt, in Gesellschaft von *Lemna gibba* und *Azolla* (leg. L. Hahn 1868; comm. A. Braun).

Vereinigte Staaten. Louisiana (New-Orleans mit *L. minor;* leg. Riddell, comm. Engelm.). Illinois (in einem See zwischen Springfield und Athens, mit *W. brasiliensis*, *Lemna*-Arten etc.; leg. Elihu Hall, comm. Engelm. Hier nach des Letztern Mittheilung einzelne Individuen mit unvollständig entwickelter Inflorescenz [nur das Staubblatt]). Missouri (St. Louis in verlassenen Steinbrüchen mit *L. minor*, l. & c. Engelm., und sonst in der Umgegend). Michigan (Detroit, Rivière rouge, mit *W. brasiliensis*, l. Bigelow, comm. Engelm.). Ohio

(unter *Spirodela polyrrhiza*, Drege, K. K. W. Hofk.). New-York (Orange Co., mit *L. minor* und *polyrrhiza*, I. Austin, comm. Engelm.). — Nach A. Gray, Manual 1867, p. 480 auch am Ontario-See (Paine) und in Connecticut (Salisbury, Robbins). Vermuthlich weit verbreitet aber übersehen, was bei der Lebensweise des kleinen nur mit einem Theil seines Rückens über den Wasserspiegel tauchenden Pflänzchens doppelt nahe liegt.

Obwohl ich die Pflanze nur im unfruchtbaren Zustand gesehen und nach meinen sonstigen Erfahrungen die Theile des Samens in der Karsten'schen Figur anders als es dort geschieht deuten zu müssen glaube, so lässt dieselbe doch meines Erachtens nicht den mindesten Zweifel an der vollständigen Uebereinstimmung der Fortpflanzungsorgane mit denen anderer Wolffien übrig. Auch die von G. Engelmann mir mitgetheilten Zeichnungen und Notizen weisen bezüglich der Staubblätter (Pollen feingekörnelt, 0,017—0,019 mm) auf Uebereinstimmung hin. Der Karsten'sche Charakter (»mit einer Spaltöffnung«) bezieht sich ohne Zweifel auf fruchtbare Pflänzchen, bei welchen wenig Raum auf dem Sprossrücken übrig bleiben kann; an den untersuchten süd- und nordamerikanischen Exemplaren traf ich ziemlich selten nur eine, bei jenen am häufigsten 2, bei diesen am häufigsten 3, seltener 4—5 oder selbst 6 Spaltöffnungen. Länge der Stomata durchschnittlich 0,029mm (0,026—0,032mm); ihre Vertheilung ohne bestimmte Regel. Die südamerikanischen Pflanzen aus Sta. Martha um die Hälfte kleiner (Länge bis 0,48mm) als die nordamerikanischen aus Illinois, welche bis 1mm Länge erreichen; die mexicanischen stehen in der Mitte (0,66—0,73mm).

2. *Wolffia cylindracea* (Welw.).

(T. I, Fig. 14. 15).

Spross niedergedrückt-walzenförmig, vorn abgerundet, auf der mit zahlreichen kleinen Spaltöffnungen besetzten obern Fläche stark gewölbt, 2mal so lang als breit. Zellgewebe des Sprossrückens kleinzelliger als das des Bauches.

Telmatophace cylindracea Welw. Mspt. in Herb. Angol. N. 212.

In klaren stehenden Wassern auf Felsboden in den Bergen des Districts von Libongo im nördlichen Angola; Sept. 1858 steril von Welwitsch entdeckt und gesammelt.

Sorgfältigere und wiederholte Untersuchung der von dem Entdecker mitgetheilten Exemplare hat mich die Unmöglichkeit der Identificirung dieser Pflanze mit einer der Formen der *W. arrhiza*, womit ich sie früher (Seem. Journ. 1865, p. 113) zusammengeworfen hatte, gelehrt: indess ist sie, durch die Convexität der oberen Fläche an die vorige erinnernd, in den Structurverhältnissen der *W. arrhiza* verwandter, von beiden durch die längliche Form verschieden. Erwachsene Individuen sind 0,54—0,72 mm lang, von einem Seitenrand zum andern 0,26—0,41 mm breit; das Verhältniss beider Durchmesser ist bei den längsten etwa 4 : 9. Die Spaltöffnungen sind nur 0,018—0,019 mm lang. Welwitsch (Mspt.) beschreibt die Farbe als lebhaft dunkelgrün.

3. *Wolffia arrhiza* (L.).

(T. II, Figg. 6—17; III, 1—12).

Spross unterwärts stark bauchig, bis $1^1/_4$, fast $1^1/_2$ mal länger als breit; die schwächer gewölbte Luftfläche durch eine abgerundete Kante abgegrenzt, mit zahlreichen grossen Spaltöffnungen besetzt. Zellgewebe des Sprossrückens kleinmaschig, des Bauchtheils grossmaschig; daher die Luftfläche lebhaft grün, die übrige Oberfläche weisslichgrün. Keine Pigmentzellen in Epidermis und Narbe.

Lenticularia omnium minima, arrhiza, Micheli Nova pl. gen. p. 16. T. 11. Fig. 4 (ganz unverkennbare Abbildung). *Lemna arrhiza* L. Mant. p. 294. *Lemna globosa* Roxb. Fl. ind. (1832) III, 565. *Wolffia Michelii* Schleid. Beitr. z. Bot. (1844) p. 233. *Grantia globosa* Griffith Notul. ad pl. asiat. (1851) III, 129; T. CCLXVII, II. *Wolffia arrhiza* Wimm. Fl. v. Schles. 1857. p. 140. *W. Schleideni* Miquel Fl. van Ned. Ind. III, 221. *Bruniera vivipara* Franchet, Billotia 1864, p. 25 (eine Erwähnung der hier über den Bau der Pflanze und ihre Vermehrungsweise gemachten Angaben habe ich mir absichtlich erspart). *W. Delilii* Kurz Journ. of the Lin. Soc. IX (1866), 265 (non Schleid.).

Wie die zahlreichen Synonyme andeuten, ist diese Pflanze, die erste, die aus dem vorliegenden Genus bekannt geworden ist, öfter als vermeintlich neu beschrieben, zum Theil auch verkannt worden. Rücksichtlich der Hieherziehung des Roxburgh'schen und des Griffith'schen Synonyms kann ich mich allerdings nur auf die Beschreibungen, beziehungsweise die Abbildung an den betreffenden Stellen in Verbindung mit den vorhandenen Nachrichten über das Vorkommen unserer Pflanze in dem betreffenden Florengebiet, rücksichtlich des Miquel'schen, da ich keine Originalexemplare erhalten konnte, ebenfalls auf die vorliegende Beschreibung, welche eben gerade eine Pflanze von der Gestalt der *W. arrhiza* mit wünschenswerther Deutlichkeit schildert, obwohl der Autor die seinige für verschieden hielt, beziehen. Was die Verwechslung mit der weit verschiedenen *W. Delilii* Schleid. (H. Trimen in Seem. Journ. 1866, p. 221; S. Kurz a. a. O. und Seem. Journ. 1867, p. 116) betrifft, so wäre sie bei genauer Berücksichtigung der bei aller Bündigkeit vollkommen klaren Schleiden'schen Beschreibung, geschweige denn bei Besitz von Exemplaren nicht möglich gewesen.

Wie es scheint, ist die in der nördlichen gemässigten Zone nur vegetativ bekannte Pflanze zuerst (nach Miquel a. a. O.) in Java, dann 1854 von Welwitsch in Angola mit Blüthen aufgefunden worden (Seem. Journ. 1865, p. 113). Ihr geographisches Vorkommen erstreckt sich nach den vielfachen vorhandenen Nachrichten über einen grossen Theil der nördlichen gemässigten und der tropischen Zone der alten Welt. Der angebliche Fundort in Nordamerika (H. Trimen a. a. O.: New-Orleans) bezieht sich ohne allen Zweifel auf die dort vorkommende (s. o.) *W. columbiana*.

Gesehen habe ich *W. arrhiza* bis jetzt nur von einer verhältnissmässig beschränkten Zahl von Localitäten.

In Europa aus Holland (Dr. Hoffmann, K. Berl. Herb.); Frankreich (Paris, Kummer, K. Münch. b. Mus.; Caën, de Bréb.; Monfréville, Calvados, de Bréb., Herb. Lenorm.; Yonne, Sagot, ebend.; Nantes, Lloyd, ebend.; Bordeaux, ebend.); — Deutschland

(Nimptscher Schlossteich in Schlesien, l. Heyser; Leipzig im Teich des bot. Gartens, comm. Metten., Frank, Rchb. fil., und bei Schleussig, c. Rchb. fil); Portugal (Villa nova da Rainha in Estremadura; Rio de Judeo bei Lissabon, comm. Welw.); Spanien (»ex Hispania«, ohne nähern Ort, Hoffmannsegg in Herb. Schlechtd.); Mittelitalien (Gräben bei Pisa, comm. Bolle).

Afrika. Lagòa de Quilunda bei Prata im Distrikt Icolo e Bengo, Angola, blühend; (comm. Welw. No. 211).

Asien. Philippinen (Manila, comm. E. v. Martens).

Eine Zusammenstellung der mir sonst zugänglichen Notizen dagegen würde zu folgendem Ergebniss für das ganze Areal der Pflanze führen.

Europa. Südliches England (Raines, Middlesex, Trimen a. a. O. p. 21; St. James Church, Essex, M. Moggridge nach Seem. Journ. 1866, 263).

Holland. Häufig in der Provinz Südholland, besonders um Gouda (Hoffmann).

Belgien. Selten, doch stellenweise in Menge, vorzüglich im Norden und besonders N. W. des Landes; in der mittleren Hügelregion noch an verschiedenen Orten: Beloeil; zwischen Laeken und Vilvorde; Ixelles; Vliermal-Root; Wintershoven (Crépin Man. de la fl. de Belg., 2 Ed. 1866). Gegend von Spaa (Lej. fl. de Spa 2, 208 nach Koch Synops. fl. Germ. II, 500).

Deutschland. Obige Fundorte in Sachsen und Schlesien und in letzterer Provinz noch einige weitere (Breslau bei Klein-Grüneiche, Milde nach bot. Ztg. 1851, p. 569; Wohlau, ebend. 1858, p. 349; später an den letztern Stellen wieder verschwunden; Trachenberg nach Garcke Fl. v. Nordd. 1863, p. 374; Gnichwitz, Wimm. Fl. v. Schles. a. a. O.).

In Frankreich ist die Pflanze, wie es scheint, sehr verbreitet, wenigstens im ebeneren westlichen Theil des Landes. Ausser den obigen Localitäten noch folgende: Angers (Gren. & Godr. fl. de Fr. III, 328); Tours (Tulasne, nach Weddell Bullet. de la soc. bot. de Fr. I, 54); Chéverny; Villefranche-sur-Cher, Loir et Cher, (Franchet a. a. O.).

Corsica. Calvi, Bertol. nach Parlat. fl. ital. II, 671 (?). Angebliche Exemplare von *W. arrhiza* aus Corsica im Herb. Lenorm., von Soleirol herrührend, sind *Lemna minor*.

Pyrenäische Halbinsel. Spanien s. o.; Portugal: verbreitet in der Provinz Estremadura, auch ausser obigen Orten (Welwitsch, brieflich).

Italien. In der Umgebung von Florenz, z. B. im ehemals grossherzoglichen Park (Micheli a. a. O.); Pisa (s. o.); Asciano (Roberti); Lucca, Pontetto, (Bicchi) nach Caruel Prodr. della fl. Tosc. 1864, p. 665. — Im ehemaligen Königreich Neapel (Tenore nach Parlat. fl. ital. III, 671).

Afrika. Algerien. Senhadja zwischen Philippeville und Bona; (de la Perraudière nach Kralik in briefl. Mitth. an Buchinger, wo jene Notiz als zweifelhaft bezeichnet wird). Nieder Guinea (s. o.).

Asien. Vorderindien (sehr häufig in Bengalen [Roxburgh a. a. O.; Kurz a. a. O.]; Assam bei Chotapooni, Masters nach Kurz in Seem. Journ. 1867. 116). Hinterindien

(Pegu, um Tonngoo. Kurz briefl.). — Java (Surabaja, A. Bernstein nach Miquel a. a. O.). — Philippinen (Manila, s. o.).

Den vorhandenen Nachrichten namentlich über die europäischen Fundorte nach wächst die Pflanze hier fast immer nicht unvermischt, sondern in Gesellschaft der übrigen einheimischen Lemnaceen; in Bengalen nach Roxburgh mit *L. polyrrhiza*; anderwärts, wie es scheint, auch fast oder ganz unvermischt. Die Individuen sind bald etwas länglicher, bald kürzer im Verhältniss zum Breitedurchmesser, allein trotzdem offenbar sehr constant in ihren Formen und sonstigen Merkmalen, so dass ich wenigstens aus Dem, was ich gesehen, keine Varietäten herausfinden kann. Die absolute Grösse dagegen zeigt Schwankungen um das Drei- bis Vierfache, und die Grösse der Spaltöffnungen scheint sich einigermassen darnach zu richten, doch in weit geringerem Mass zu wechseln. Die robusteste Form, welche ich sah, war die von Caën; die Individuen 1,3—1,5 mm lang; bis 1,09 mm breit; 1,18—1,27 mm hoch; Spaltöffnungen bis 0,038—0,04 mm lang. Die kleinste Form ist die von Manila; Länge bis 0,4 mm; Spaltöffnungen durchschnittlich 0,023 mm. In der Mitte stehen die Exemplare von andern französischen Fundorten, die portugiesischen (Länge bis 0,79 mm; Spaltöffnungen 0,023 mm) und die Leipziger (Länge erwachsener Individuen 0,72—1,03 mm; Breite und Höhe bis 0,85 mm; Spaltöffnungen 0,034—0,038 mm). Zu den kleineren gehören auch jene aus Angola (Länge 0,55—0,78 mm, Breite bis 0,60 mm; Spaltöffnungen 0,027—0,028 mm). Die Pollenkörner messen 0,017—0,019 mm; reife Antheren im queren Durchmesser 0,26 mm, im longitudinalen 0,3 mm; in der Höhe 0,18 mm. Pistill 0,28 mm hoch. Reife Früchte habe ich nicht gefunden. Die vorhandenen nicht ganz reifen sind im Verhältniss zum Spross ungemein gross, 0,43 mm hoch, 0,38 mm dick. Im Filament wurden keine Ringzellen gefunden.

4. *Wolffia brasiliensis* Wedd.

(T. I, Figg. 16. 17; II, 1—5).

Spross bis fast $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, unterwärts stark bauchig; die mit zahlreichen Spaltöffnungen besetzte Luftfläche schwach gewölbt oder fast eben. Die ganze Oberfläche braun punctirt durch in der Epidermis gelegene Pigmentzellen: Narbe ebenfalls mit Pigmentzellen versehen. Zellgewebe des Sprossrückens kleinmaschig, des Bauchtheils grossmaschig.

W. brasiliensis Weddell Ann. d. sc. nat. 3. Sér. T. XII, p. 170.

Die Pflanze, von dem Autor in der brasilischen Provinz Matto Grosso blühend und fructificirend entdeckt, ist in den letzten Jahren auch in Nordamerika an verschiedenen Stellen unfruchtbar aufgefunden worden. Ich sah ausser den mir vom Entdecker auf das Gefälligste mitgetheilten Originalien Exemplare aus Illinois (See zwischen Springfield und Athens, E. Hall, Sept. 1867, comm. Engelm.) und Michigan (Detroit, Rivière rouge, Bigelow, Aug. 1867, comm. Engelm.). Nach Engelmann wurde sie auch 1865 am Ontario-See von Paine gesammelt, an all diesen Orten in Gesellschaft der *W. columbiana*, zu welcher sie sich als das andere Endglied der gegenwärtigen Artengruppe verhält, welche übrigens in Nord-

amerika häufiger zu sein scheint als die vorliegende. Endlich sah ich sie noch von der westindischen Insel St. Thomas an *Lemna gibba* anhängend (Breutel pl. Afr. austr. N. 96; nach brieflicher Mittheilung von Dr. Hohenacker und der Originaletiquette ist diese Numer nur durch Versehen unter der afrikanischen Sammlung vertheilt worden).

In wie weit die vollständigere Abflachung der Rückenfläche, wie ich sie an Weingeistexemplaren aus Illinois finde, ein Trennungsmittel von der vorigen Art abzugeben vermag, könnte nur durch Untersuchung noch mehrerer Formen ohne vorherige Eintrocknung sicher entschieden werden. Die Zahl der Pigmentzellen ist sehr verschieden, am grössten bei der südamerikanischen Originalform, wo schon die jugendlichen Pflanzen intensiv braun punctirt sind, geringer bei den nordamerikanischen Formen (var. *borealis* Engelm. Ms.), bei welchen die jungen Pflanzen noch wenige und an Farbstoff arme Pigmentzellen zeigen, alternde dagegen solche in grosser Zahl bekommen. Ebenso ist die westindische Form schwach pigmentirt. Man könnte über die Zweckmässigkeit der Trennung der vorliegenden Art von *W. arrhiza*, deren Stelle sie in der neuen Welt vertritt, in Zweifel sein, wenn nicht die typische Form so auffallend von *W. arrhiza* verschieden wäre: die nordamerikanischen Formen dürften immerhin als Annäherungsformen an die letztere zu betrachten sein; doch zog ich es vor, nicht durch Aufstellung von Unterarten in gegenwärtiger Uebersicht die Sache zu compliciren.

Auch hier ist die nördliche Form die grössere; erwachsene Individuen sind (die Ausdehnung der Luftfläche als Massstab genommen) 0,85—1,09 mm lang, 0,48—0,85 mm breit mit Spaltöffnungen von 0,027—0,034 mm Länge. Die südamerikanische Form fand ich bis 0,79 mm lang, bis 0,54 mm breit, mit Spaltöffnungen von 0,023—0,025 mm Länge. Die Pollenkörner messen 0,018—0,02 mm; die springreife Anthere hat dieselben Dimensionen wie bei *W. arrhiza;* das Pistill ist 0,31 mm hoch. Die reife Frucht ist 0,48 mm hoch, der Same 0,42 mm hoch, 0,38 mm dick mit 3—4schichtiger Aussenhaut und etwa 14strahligem *Operculum* von 0,11 mm Durchmesser. Im Filament konnte ich keine Ringzellen finden. Die kleinste Form ist die westindische (Sprosse bis 0,41 mm lang, Spaltöffnungen bis 0,024).

b. *Stipitatae.* Der Spross löst sich sammt seiner sich beträchtlich in die Länge streckenden stielförmigen Basis vom Muttersprosse, ist daher mit einem Anhang am untern Rand seiner basalen Grube versehen.

5. *Wolffia microscopica* (Griffith).

Grantia microscopica Griff. Notul. III, 226; T. CCLXVI—CCLXVIII. *Wolffia microscopica* Kurz, Journ. of the Linn. Soc. IX, 265.

Dass diese Pflanze, welche mir nur aus der Beschreibung und Abbildung des Autors bekannt ist und seither von Niemand weiter gesehen wurde, eine *Wolffia* und zwar eine von den übrigen bekannten verschiedene Form ist, daran kann namentlich nach den hinlänglich ausführlichen Figuren nicht der geringste Zweifel sein. Dass sie aber neben die zwei folgenden gehört, glaube ich ebenfalls mit aller Sicherheit annehmen zu dürfen, denn die »radi-

cula longa simplex subcylindrica« kann nach der Abbildung offenbar nichts Anderes sein als der Sprossstiel, der bei *W. hyalina* von ihrem Entdecker ebenfalls mit einer Wurzel verwechselt wurde. Darf man sich von dieser in Ostindien (angeblich bei Serampore, Kurz, briefl.) gefundenen Pflanze nach den Griffith'schen Daten eine Vorstellung machen, so wäre der $^1/_{10}$''' lange Spross im Umkreis oval, oben flach, mit Spaltöffnungen besetzt, unterwärts gewölbt, also für sich fast von der Form der vorigen Arten, aber in einen Stiel von der Länge des Sprosskörpers oder wenig darüber verlängert, während die Stellung und der Bau der Blüthen sowie das Hervortreten des Tochtersprosses ganz nach Art der Wolffien sich verhalten würden.

6. *Wolffia hyalina* (Delile).

(T. IV, Figg. 11—19).

Spross platt, oben abgeflacht, unten schwach gewölbt, im Umkreis oval, mit abgerundeten oder leicht eckigen Rändern, von Lufthöhlen durchsetzt, auf der Rückenfläche mit zahlreichen grossen Spaltöffnungen. Eingang in die basale Tasche querspaltenförmig. Sprossstiel platt, dünn, bandförmig, bis $1^1/_2$ mal so lang als der Sprosskörper. Blüthengrube deutlich seitwärts von der Mittellinie gelegen.

Lemna hyalina Del. Fl. Aegypt. 75. *Wolffia Delilii* Schleid. *Linnaea* XIII. 390 (non Kurz).

Das geographische Vorkommen dieser höchst ausgezeichneten Pflanze ist nach den bisherigen Daten auf Aegypten beschränkt, wo sie aber namentlich in der Umgebung von Cairo gemein zu sein scheint. Die von mir gesehenen Exemplare aus der dortigen Gegend waren gesammelt von Ehrenberg (»ad Cahiram in puteo«; K. Berl. Herb.; im März blühend; Herb. Sond.); Kotschy (It. syr. Nr. 497 »in aquis stagnantibus prope Cairo insulae Roda« 4. Mai steril; »*L. arrhiza L.* Boiss.« K. Berl. Herb.; K. K. W. H.); Schweinfurth (pl. Nilot. 1490 »in Gräben der Eisenbahn nördlich der Stadt, Okt. 1864« mit Blüthen). Andere Standorte sind: Gurne, »in süssem Wasser«, Oct. mit Blüthen, Ehrenb., K. Berl. Herb.; Herb. Sond.); Matarie am See Menzaleh (»in loco salsugineo«, Ehrenb., K. Berl. Herb.); Wüste zwischen Cairo und Suez (Frauenfeld, 1855, blühend, k. K. W. H.). Nach einer von Schleiden a. a. O. citirten Notiz aus dem Herb. Willd. auch bei Rosette.

Was es mit der vermeintlichen Wurzel bei dieser Pflanze für eine Bewandtniss hat, liegt in den Worten Schleiden's: »labium inferius rimae basilaris productum, appensum, hyalinum« klar genug ausgedrückt. Von Formen oder auch nur Grössenverschiedenheiten kann bei der in ihren Merkmalen sehr constanten Art nicht wohl die Rede sein. Der Sprossstiel wird 2,6^{mm} im günstigsten Fall lang, an der breitesten Stelle 0,75^{mm} breit; er besteht in seinen Seitentheilen aus einer Doppellage von gestreckten Parenchymzellen, zwischen welche sich in der Mittellinie ein Strang noch längerer, schmälerer schiebt: er beginnt sich schon während des Zusammenhanges des Sprosses mit seinem Muttersprosse in die Länge zu strecken, und gerade dadurch nehmen die Stöcke oft sehr eigenthümliche Gestalten an. Der Spross-

körper hat den cavernösen Bau mit den sämmtlichen folgenden Arten gemein; die Lufthöhlen reichen bis ganz nahe an den Rand, lassen jedoch die Taschenwandungen, wie bei den übrigen Arten, frei; kräftige erwachsene Individuen haben einen bis 1,82 mm langen, 1,21 breiten Sprosskörper; die Spaltöffnungen sind 0,023—0,0265 mm lang. Die Blüthengrube 0,38 mm lang, 0,28 mm breit. Blüthen ziemlich gross: Anthere bis 0,17 mm im queren, bis 0,26 mm im longitudinalen Durchmesser, Höhe 0,15 mm, Wandung 0,023 mm dick. Pollenkörner 0,019—0,023 mm. Im Filament Ringzellen. Pistill bis 0,28 mm hoch; Frucht bis 0,38 mm hoch, 0,38 mm dick: äussere Samenhaut 3—4schichtig. Die Blüthezeit scheint, den Daten nach zu schliessen, vom Herbst bis zum Frühjahr zu dauern.

7. *Wolffia repanda* Hegelm.

(T. IV, Figg. 20—30).

Sprosskörper platt, oben schwach, unten stärker gewölbt, im Umkreis oval mit ausgeschweift-gezähnten Rändern und zahlreichen grossen Spaltöffnungen auf der Rückenfläche. Blüthengrube deutlich seitlich von der Mittellinie. Eingang in die basale Tasche querspaltenförmig. Sprossstiel dünn, platt, schmal bandförmig, bis $5\frac{1}{2}$ mal so lang als der Körper.

W. repanda Hegelm. in Seem. Journ. 1865, 113.

In tiefen stehenden Wassern des Gebiets von Loanda (Nieder-Guinea) bei Bemposta, vermischt mit *Lemna paucicostata*. März 1854 mit Blüthe und Frucht. Welwitsch pl. Angol. Nr. 205.

Die nächste bekannte Verwandte der vorigen Art, aber ebenso ausgezeichnet und von ihr auffallend verschieden. Abgesehen von dem in der Beschaffenheit des Sprossrandes liegenden Merkmal ist es besonders der enorm entwickelte Stiel, der sie auszeichnet; sehr gewöhnlich ist er 4—5mal, in dem extremsten Fall, den ich mass, 5,6mal so lang als der Sprosskörper. Seine absolute Länge beträgt im ganz gestreckten Zustand 5—8 mm, die Breite bis 0,20 mm; er besteht ebenfalls aus zarten, stark gestreckten Parenchymzellen in jedenfalls nur wenigen Lagen; ein differenter Strang ist in seiner Mittellinie nicht zu finden, und die Längsstreckung erfolgt erst bei und nach der Ablösung vom Muttersprosse. Sprosskörper 1,0—1,57 mm lang, bis 0,9 mm breit. Vertheilung der Lufthöhlen ähnlich wie bei voriger. Spaltöffnungen 0,023—0,0265 mm lang. Blüthengrube 0,27 mm lang, 0,17 mm breit. Anthere im queren Durchmesser 0,17 mm, im longitudinalen 0,21 mm. Im Filament Ringzellen. Pollenkörner 0,019—0,021 mm. Pistill bis 0,23 mm hoch. Frucht bis 0,38 mm hoch, 0,3 mm dick. Aeussere Samenhaut 2—3schichtig; der 9—12strahlige Samendeckel von 0,11 mm Durchmesser.

B. *Biflorae.* Zwei symmetrisch gelegene Blüthengruben auf dem Sprossrücken.

8. *Wolffia Welwitschii* Hegelm.

(T. IV, Figg. 1—10).

Spross flach, dünn, im Umkreis elliptisch bis länglich-elliptisch, ganzrandig, mit abgestutzter Basis, im hinteren Theil mit Lufthöhlen durchsetzt. In der Epidermis zahlreiche Pigmentzellen und auf der obernFläche des hintern Theils eine beschränkte Anzahl (2—3) Spaltöffnungen. Eingang in die basale Tasche querspaltenförmig. Sprossstiel kurz, am Mutterspross zurückbleibend. Blüthengruben im hintern Theil des Sprosses, rechts und links zwischen Mittellinie und Rand gelegen. Narbe und Griffeltheil des Pistills mit Pigmentzellen versehen.

W. Welwitschii Hegelm. Seem. Journ. 1865, 114. *W. conguensis* Welw. Ms.; Trimen in Seem. Journ. 1866, 223 (?).

Die Heimath der sehr auffallenden und morphologisch interessanten Species ist im tropischen Afrika und Amerika. Gesammelt wurde sie von Welwitsch Nov. 1853 in Seen bei Quizembo im südwestlichen Congo, gesellig mit andern Lemnaceen und Nymphäen *Pl. angol.* Nr. 209). Ich sah sie ferner aus Venezuela (Caracas, Lagunen von Valle, März 1854, Gollmer. K. Berl. Herb.) und aus Cuba (Wright N. 3215 z. Th., comm. Engelm.; Rchb. fil.; No. 70 (1865), Herb. Engelm.).

Eine Verwechslung mit irgend einer andern Lemnacee ist unmöglich; die Pflanze ist neben ihren sonstigen Merkmalen noch als die grösste bekannte Art der vorliegenden Untergattung bemerkenswerth. Erwachsene Individuen sind bis 6,0 mm (gewöhnlich etwa 5 mm) lang, bis 4 mm (meist 3, 2—3, 5 mm) breit; dabei ist das Verhältniss beider Durchmesser bei Individuen von demselben Fundort nicht genau dasselbe, manche sind länglicher, andere relativ kürzer. Gewöhnlich ist die Randpartie des Sprosses in Folge eines successiv von der Mitte gegen den Rand gesteigerten Flächenwachsthums in wellige Falten gelegt, welche man zum Theil beliebig verändern kann. In der Mediane des Bodens der Sprosstasche, welcher etwa eben so weit nach rückwärts reicht als deren Decke, ein Strang mehr gestreckter Zellen. Der abgelöste Spross ohne Stiel. Blüthen trägt ein Theil der afrikanischen Exemplare, welche mit Räschen einer unserer *C. scutata* Bréb. vollkommen ähnlichen *Coleochaete* besetzt sind; die amerikanischen sind theils unfruchtbar, theils blühend (Wright N. 70). Bei ersteren sind die Blüthen kaum schon im Stadium der Befruchtungsreife und noch in den länglich-ovalen, mit spaltenförmigen Mündungen nach aussen geöffneten Gruben eingeschlossen. Länge der Gruben 0,56 mm, Breite 0,4 mm. Die Blüthen verhältnissmässig sehr klein; die Anthere misst im längsten longitudinalen) Durchmesser 0,11 mm; die Pollenkörner 0,017—0,018 mm. Pistill 0,24 mm hoch. Ausgebildete Früchte habe ich nicht gesehen, unreife, nichts Besonderes darbietendebei einigen der Wright'schen Exemplare.

Bei schwacher Vergrösserung erscheint die ganze Pflanze wie *W. brasiliensis* braun punctirt; in der Umgebung des Stranges gestreckter Zellen in der untern Wand der stumpf-

winkelig dreieckigen Tasche sind auch die Pigmentzellen von langgestreckter Form. Die nach vorn von dem geschlossenen Ende der Tasche in der Gegend, wo eventuell sich die Blüthengruben finden, gelegene cavernöse Partie des Sprosses ist von viel geringerer Ausdehnung als die vordere, nicht cavernöse; jener Theil des Sprosses ist der dickste, nach vorn und den Rändern hin werden die Lufthöhlen enger und niedriger, und der vordere solide Theil besteht jedenfalls nur aus ganz wenigen Parenchymlagen zwischen den beiden Epidermisplatten.

Ueber die specielle Lebensweise der Pflanze ist es kaum möglich sich eine bestimmte Vorstellung zu machen: ich traf Spaltöffnungen (1—2 jederseits in der Gegend seitlich an der Sprossbasis) sowohl bei blühenden als bei nicht blühenden Individuen der verschiedenen Fundorte; anderemale suchte ich selbst bei jenen vergeblich darnach, doch war immerhin ein Uebersehen möglich. Ihre geringe Zahl im Vergleich zu der Grösse der Pflanze scheint gegen ein Schwimmen auf dem Wasserspiegel mit trockener Rückenfläche zu sprechen; doch ist die Pflanze offenbar für Befruchtung an der Luft organisirt und bewerkstelligt dieselbe vielleicht unter dem Schutz der nur mit schmaler Spalte nach oben mündenden Blüthengruben: auch bei ihr tritt nach dem Verblühen beträchtliche Filamentstreckung ein.

Untergattung 2. **Wolffiella.**

Axe des Sprosses im Seitenrand der niedergedrückten basalen Sprosstasche gelegen; Sprossstiel am hintern Ende dieses Randes inserirt; daher die Ebene der Symmetrie des Sprosses nicht senkrecht, sondern wagerecht, den Flächen des Sprosses parallel liegend.

Nur unfruchtbar bekannte Pflänzchen mit plattgedrücktem, von Lufthöhlen durchsetztem Spross, spaltöffnungsloser, mit braunen Pigmentzellen versehener Epidermis, sehr zartem, am Tochterspross bleibendem aber hinfälligem Sprossstiel.

Ueber die Zweifel, zu welchen die morphologischen Verhältnisse dieser noch etwas räthselhaften Gewächse Anlass geben, und über die hypothetische Berechtigung ihrer Stellung in der Gattung *Wolffia* habe ich mich früher ausgesprochen (p. 42. 116).

9. *Wolffia oblonga* (Philippi).

(T. III, Figg. 13—15).

Spross länglich-elliptisch mit gestutzter Basis, 3—3½ mal so lang als breit, ganzrandig, bis zur Spitze mit Lufthöhlen durchsetzt, auf der ganzen Fläche mit zahlreichen Pigmentzellen übersäet.

Lemna oblonga Phil. Linnaea XXIX, p. 45.

Die Pflanze ist von ihrem Autor zu Santiago in Chile (»in stagno quodam urbis ipsius«) entdeckt und gesammelt worden und mir sonst von keinem Ort bekannt. Originalien erhielt ich durch den Autor sowie durch die Gefälligkeit des Herrn F. v. Muller und sah solche auch im K. Berliner Herbar.

Erwachsene Sprosse sind 1,7—3 mm lang, 0,6—0,85 mm breit; die basale Tasche hat von der Sprossfläche gesehen ziemlich die Form eines gleichschenkligen Dreiecks. Die Epidermiszellen haben polygonale, bisweilen sehr leicht wellige Contouren; das Pigment verhält sich rücksichtlich seiner Löslichkeit wie das der ächten Wolffien. Das Gewebe der Scheidewände zwischen den Lufthöhlen, welche bei der Dünnheit des Sprosses jedenfalls sehr niedrig sind, ist in den untersuchten Exemplaren mit Stärke vollgepfropft. In dem die Sprossaxe darstellenden Taschenrand verläuft von der Stielinsertion bis zum Knoten ein Strang verlängerter Zellen. Die Bemerkung Philippi's (a. a. O.), dass sehr selten 3 Individuen vereinigt seien, erklärt sich durch die Entwicklung des Beisprosses vor dem Abfallen des primären Tochtersprosses.

10. *Wolffia lingulata* Hegelm.

(T. IV, Figg. 31. 32).

Spross länglich zungenförmig, mit schief gestutzter Basis, 2,1—3,5 mal so lang als breit, ganzrandig, im kleineren hinteren Theil ($^1/_3$—$^2/_5$ der Länge) lufthöhlenhaltig, auf der ganzen Fläche mit Pigmentzellen besäet.

Die Pflanze wurde 1868 von L. Hahn in der nächsten Umgebung der Stadt Mexiko in Wassergräben mit *W. gladiata*, *Lemna minor*, *valdiviana* und *Azolla caroliniana* gesammelt und mir durch gütige Vermittlung von A. Braun mitgetheilt.

Die a. a. O. dargestellten Exemplare gehören zu denen von länglichster Form, welche die Mehrheit bilden; in verschiedenem Grade kürzere sind mehrfach beigemischt. Bei oberflächlicher Untersuchung könnte die Pflanze für eine längliche Form von *W. Welwitschii* gehalten werden, welche ausser der flachen dünnen Gestalt auch eine ganz ähnliche Vertheilung der Lufthöhlen zeigt; schon die verschiedene Grösse des die Taschengrenze bezeichnenden Winkels und die Anwesenheit eines Sprossstiels bei jugendlichen Individuen macht auf die Verschiedenheit von jener aufmerksam und die genauere Prüfung weist dem Pflänzchen seine Stellung in vorliegender Gruppe an. Weit mehr wirkliche Verwandtschaft zeigt es mit *W. oblonga*, von welcher es sich, ganz abgesehen von der sehr verschiedenen absoluten Grösse der mir vorliegenden beiderseitigen Formen, durch den Mangel der Lufthöhlen im grössern Theil des Sprosses auffallend unterscheidet.

Die untersuchten erwachsenen Individuen sind 4,7—6,1 mm lang, 1,8—2,4 mm breit; der hintere Sprossrand ist meist auffallend schief abgeschnitten, häufig auch die Sprossspitze einseitig stärker entwickelt. Faltenbildungen entsprechend jenen bei *W. Welwitschii* finden sich nicht. Der lufthöhlenfreie Sprosstheil besteht, so viel sich ermitteln lässt, nur aus 1—2 Parenchymlagen zwischen den beiden Epidermisplatten. Die zwischen den geradlinig-polygonalen Epidermiszellen zerstreuten Pigmentzellen sind etwas kleiner als ihre Nachbarinnen; auch in dem Strang gestreckter Zellen in der Sprossbasis finden sich Pigmentzellen von verlängerter Form.

11. *Wolffia gladiata* Hegelm.

(T. III, Fig. 24).

Spross lineal-bandförmig oder säbelförmig, 6—11 mal so lang als breit, ganzrandig, gegen die Spitze allmählich verschmälert, an der Spitze abgerundet, zu $^3/_4$—$^4/_5$ mit Lufthöhlen durchsetzt, auf der ganzen Fläche mit Pigmentzellen besäet.

Vaterland Mexiko, wo die Pflanze in der Umgegend der Hauptstadt 1868 theils in unmittelbarer Gesellschaft der vorigen, theils ohne sie, dagegen vermischt mit den übrigen bei jener erwähnten Wassergewächsen von L. Hahn gesammelt worden ist.

Die a. a. O. dargestellten beiden Exemplare stehen den vorkommenden Extremen rücksichtlich des gegenseitigen Verhältnisses von Länge und Breite der Sprosse nahe. Die zahlreichen untersuchten Individuen sind ausgewachsen 4,6—8,1 ^{mm} lang, an der Basis 0,5—1,19 ^{mm} breit; die sehr gewöhnlich vorhandene, an einander entstammenden Sprossen homodrome, leicht säbelförmige Krümmung ist offenbar durch gefördertes Wachsthum der einen Längshälfte bedingt. Die zur Charakterisirung benützten Merkmale machen die Trennung sowohl von den zwei vorigen als von der in der äusseren Gestalt des Sprosses ähnlichen folgenden Art sehr leicht. Das über die Grösse und das Vorkommen der Pigmentzellen und über die Structur des vorderen Theils des Sprosses bei der vorigen Art Gesagte gilt auch für die vorliegende.

12. *Wolffia denticulata* Hegelm.

(T. III, Figg. 16—23).

Spross lineal-bandförmig, bis 11 mal so lang als breit, am vorderen Ende gezähnelt, nach hinten mit sparsamen Pigmentzellen in der Oberhaut versehen, bis zur Spitze lufthöhlenhaltig.

Vaterland Südafrika (mit *Lemna minor* auf dem Cap von Krauss gesammelt. Herb. A. Br.).

Die erwachsenen Individuen messen bis 5,5 ^{mm}; die Breite an der etwas breiteren Basis steigt auf 0,485 ^{mm}. Das Verhältniss beider Durchmesser ist am häufigsten 1 : 8—1 : 10. Auch hier entwickelt sich der Beispross öfters, während der primäre noch mit gestrecktem Stiel in der Tasche des Muttersprosses haftet: die basale Tasche hat an halberwachsenen Sprossen unregelmässig dreieckige, an ausgewachsenen ziemlich gleichschenklig dreieckige Gestalt. Die Zahne an der Sprossspitze sind kurz und sparsam. Die Lufthöhlenbildung nimmt nicht blos den ganzen vordern Theil des Sprosses ein, sondern greift bei dieser Art öfters selbst auf den vordern Theil der Taschenwände über. Die Pigmentzellen sind auf den Taschenwandungen noch am zahlreichsten und hören nach vorn allmählich ganz auf.

Tribus II. Lemneae.

Blüthenspross mit zarthäutigem Vorblatt, dieses unfruchtbar, aber zwei unausgebildete Wirtelblätter unter der weiblichen Gipfelblüthe männliche Blüthen tragend. Staubblätter mit

verlängertem nach oben gebogenem Filament und 4fächeriger Anthere, mit 2 Ritzen aufspringend. Pollen feinstachelig, kugelig. Im Fruchtknoten eine bis mehrere aufrechte anatrope bis fast atrope Samenknospen. Wurzelende des Keimlings, Cotyledonarspalte und Samendeckel nach wechselnden Seiten gerichtet. Adventivwurzeln vorhanden. Blätter theils unentwickelt, theils niederblattartig entwickelt. — Vorblattachsel der Sprosse unfruchtbar; zwei Wirtelblattachseln fruchtbar; daher der Muttersprosse 2 Tochtersprosse aus nach hinten und aussen gerichteten, bis auf eine kurze Spalte geschlossenen, durch den Austritt der Tochtersprosse weit geschlitzten Taschen entsendend. Die Tochtersprosse entweder beide vegetativ, oder der jüngere ein Blüthensprosse. Vegetative Sprosse asymmetrisch. Oberhautzellen der Sprosse buchtig. Krystallzellen in den verschiedensten Theilen vorhanden. Andeutungen eines Gefässbündelsystems mehr oder weniger entschieden vorhanden; Gefässzellen meist in verschiedenen Theilen.

Gattung **Lemna.**

Spross einwurzelig. Blätter unentwickelt. Die zwei nach oben gekehrten Wirtelblattachseln fruchtbar. Antherenhälften mit zwei übereinandergestellten Fächern, mit Querritzen aufspringend. Im Fruchtknoten 1—6 anatrope, hemianatrope oder fast atrope Samenknospen. Same eiförmig, gerippt oder facettirt. Endosperm 1—3schichtig. — In den verschiedensten vegetativen und generativen Theilen nadelkrystallführende Zellen. Spross mit einem Mittelnerven, ohne oder mit 1—2 jederseits vom Knoten abgehenden Seitennerven. Wurzel gefässlos. Sprossstiel immer mit dem zugehörigen Spross verbunden. Ueberwinterung durch lufthöhlenhaltige, nicht niedersinkende Sprosse.

Untergattung 1. **Hydrophace** (Hall. verändert).

Eine hemianatrope bis fast atrope Samenknospe. Endosperm an den Seiten 3schichtig.

A. *Staurogeton* (Rchb.). Zweierlei Sprosse vorhanden, vegetativ sich verzweigende, spaltöffnungslose Wassersprosse und anders gestaltete, auf der einen Seite einen Bluthensprossen tragende mit Spaltöffnungen auf der Rückenfläche versehene Luftsprosse.

1. *Lemna trisulca* L.

(T. V; VI, Figg. 1—18).

Sprosse am Rand sägezähnig mit einem Seitennerven jederseits, mässig asymmetrisch, ohne Stachel. Luftsprosse mit Lufthöhlen im zweiten und ersten Sprossglied versehen, kürzer gestielt, weniger fest zusammenhängend, im Umfang eiförmig bis eilanzettförmig, dick. Wassersprosse lanzettförmig, mit Lufthöhlen blos im zweiten Sprossglied, fester zusammenhängend, zusammengesetzte Stöcke bildend, dünner, länger gestielt. Wurzelhaube spitz. Samenknospe und Same hemianatrop mit vorwärts gerichtetem Scheitel. Vor-

blatt des Blüthensprosses sackförmig geschlossen mit spaltenförmiger Mündung, durch die hervortretenden Geschlechtsorgane unregelmässig zerrissen. Frucht symmetrisch. Same tief 12—15rippig mit vielschichtiger Aussenhaut.

Lemna trisulca L. *L. cruciata* Roxb. Fl. ind. III, 565.

Die geographische Verbreitung dieser allgemein bekannten und bei allen vorkommenden Grösse- und Formverschiedenheiten jederzeit leicht erkennbaren Pflanze erstreckt sich über Europa, Asien, Nordamerika und Australien. Für ihr Vorkommen in Südamerika und auf dem grössten Theil des afrikanischen Continents fehlt es an Nachrichten und Belegen.

Europa. Gesehen habe ich die Pflanze aus Deutschland, Frankreich, dem südlichen Schweden, Ober- und Mittelitalien, Grossbritannien, in welchen Ländern sie allgemein verbreitet ist.

In Skandinavien erstreckt sich ihr Bezirk nordwärts bis ins südliche Lappland, etwa 64° N. Br. (nach Andersson Ann. d. sc. nat. 5. Sér. T. VII, 272), wo sie nebst *L. minor* die am weitesten nordwärts vordringende Lemnacee ist. Dagegen scheint sie in den Ländern der Mediterranflora allmählich seltener zu werden, da sie in einzelnen Specialfloren (Moris, Stirp. Sard. elench., Visiani Fl. dalm.) gar nicht aufgeführt ist, auch in Portugal, wo sie im Allgemeinen schon sparsamer ist als *L. minor* und *gibba*, zwar noch von Welwitsch (nach briefl. Mitth.) an verschiedenen Orten der Provinz Estremadura gesammelt wurde, dagegen in den südlichen Provinzen des Landes sich verliert.

Afrika. Nach Durieu wächst *L. trisulca* im Lac de Tonga bei La Calle in Algerien Kralik in briefl. Mitth. an Buchinger). — Gesehen habe ich sie von der Insel Mauritius (an *Ruppia rostellata* anhängend, K. K. W. Hofk.).

Asien. Gesehen habe ich *L. trisulca* aus Kaukasien (Grusien, C. Koch, K. Berl. Herb.; Astaca, S. W. Küste des Kaspischen Meeres, c. Hohenacker) und Persien (Schiras, Kotschy Pl. Pers. austr. 301); dagegen findet sie sich ausserdem nicht blos im Amurland Nikolajewsk, nach Maximowicz, Primit. Fl. Amur. 266), also wahrscheinlich durch einen beträchtlichen Theil des nördlichen Asiens, sondern auch in Japan (Miquel, Consp. Fl. Japon. 386); ferner häufig in Ostindien: Bengalen (Roxburgh a. a. O., Kurz), Peschawer (Kurz), Java und Sunda-Inseln (Miquel, Fl. v. Ned. Ind. III, 222).

Australien. Vandiemensland (Gunn, K. Berl. Herb.), Neuholland: Snawy River, Lhotzky (K. Berl. Herb.). Murray River (comm. F. v. Müll.). Gwydir (comm. F. v. Müll.). N. S. Wales nach Rob. Brown (verm. Schr. übs. v. Schauer III, 201). — Neuseeland, (Hooker nach Kurz a. a. O.).

Nordamerika. Nach A. Gray wächst die Pflanze allgemein in den nördlichen Vereinigten Staaten; ich sah sie aus New-York, New-Jersey, Wisconsin, Michigan, Illinois, Missouri (Herb. A. Br.; Sond.; K. K. W. Hofk.; Engelm. comm.). New-Mexico (Sta. Fé, Fendler 1007, comm. Engelm.). Ferner aus britisch Nordamerika (Saskatschawan, Bourgeau 1858, K. Berl. Herb.), wo sie (nach DC. Géogr. bot. I, 578) in Canada und (nach Rob. Brown a. a. O.) in der Waldregion zwischen 54—64° N. Br. vorkommt. Mexiko:

Umgebung der Hauptstadt Berlandier. Nr. 449, an *Pistia*: comm. Rchb. fil.; L. Hahn 1868, c. A. Br.). Dagegen fehlen für ein Vorkommen weiter nach Süden Documente; Chapman Fl. of the South. Un. St. 1860, 442, erwähnt die Pflanze selbst in seinem Florengebiet nicht; nach Grisebach (Fl. of the brit. W. I. Isl. 512) findet sie sich jedoch noch auf Antigua.

Blühend ist die Pflanze nicht blos in Europa (Deutschland, Holland, Frankreich, England, und zwar sehr oft, beobachtet worden, sondern auch in Nordamerika (Rochester, New-York, Booth, comm. Austin).

Die Blüthezeit ist in Mitteleuropa im Mai, sie beginnt etwas früher als bei den andern Arten.

Trotz der ausserordentlichen Verschiedenheiten, welche die Pflanze in Beziehung auf absolute Grösse, Verhältniss der Länge zur Breite, verhältnissmässige Länge des Stiels, Stärke der Randzähne u. s. w. darbietet, ist es doch nicht möglich, aus ihrem ein ziemlich weites aber nach aussen scharf abgeschlossenes Gebiet bildenden Formenkreis Unterarten herauszufinden. Die zartesten Formen sah ich aus Neuholland (Sprosse ohne Stiel 1,0—1,2^{mm} breit, 3,5—5^{mm} lang).

Same bis 1,1^{mm} lang, 0,8^{mm} dick. Epidermiszellen stark buchtig; Stomata, wo vorhanden, sehr verschieden lang (0,021—0,034^{mm}); Pollen 0,02—0,023^{mm}. Im Filament und Pistill Ringzellen; im Spross finden sich solche nur im ersten Glied und in dem an den Knoten stossenden Theil des Mittel- und der Seitennerven des zweiten.

Ueber die der Pflanze unter ihren Gattungsverwandten zu gebende Stellung kann man in Zweifel sein: im Bereich der Fortpflanzungsorgane mit den höher stehenden Arten, namentlich *L. minor*, entschiedene Analogie zeigend steht sie vegetativ sehr isolirt da und erinnert in einzelnen Puncten an die demnächst aufzuführenden Arten.

B. *Eulemna.* Nur einerlei (Luft-) Sprosse vorhanden mit Spaltöffnungen auf der Rückenfläche: entweder beiderseits einen vegetativen Tochterspross, oder einerseits einen solchen, andererseits einen Blüthenspross tragend.

a. Same geradläufig. Spross ohne Seitennerven.

2. *Lemna valdiviana* Philippi.

(T. VII, Figg. 1—8.

Spross länglich-oval, dünn, mit stark asymmetrischer Basis, kurzgestielt, einnervig, mit (gegen die Ränder hin verschwindenden) Lufthöhlen in allen Theilen durchsetzt, ohne Stachel, ganzrandig. Wurzelhaube verschmälert aber abgerundet endigend; Wurzelscheide ohne flügelförmige Anhänge. Samenknospe und Same schief nach vorn und aussen gerichtet; dieser leicht flachgedrückt mit mehrschichtiger, etwa 20rippiger Aussenhaut; Frucht asymmetrisch.

L. valdiviana. Phil. in Linnaea XXXIII, 239 (1864), nach theils vom Autor auf das gefälligste mitgetheilten, theils im K. Berl. Herb., K. K. Wiener Hofk. und Herb. F. v. Mull. befindlichen Originalexemplaren. *L. Torreyi* Austin in A. Gray Manual 1867, p. 479.

Die Pflanze gehört ausschliesslich Amerika an und zwar, so viel sich feststellen lässt, den gemässigten und gemässigt warmen Strichen der nördlichen und südlichen Hälfte; zwischen den Wendekreisen kenne ich wenigstens die typische Form mit Entschiedenheit nur aus Höhen von etlichen tausend Fuss.

In Südamerika kenne ich vollkommen typische Formen aus dem südlichen Chile (San Juan in der Provinz Valdivia, Philippi), dem südlichen Brasilien (»ex reliquiis Sellowianis«, K. Berl. Herb.), den Anden von Bolivia (Mandon, pl. And. Boliv. N. 1535: Omasuyo, 3950′; mit *Lemna minor* an *Azolla*; c. Rchb. fil.).

Sehr verbreitet ist sie in Nordamerika, wo sie nach Austin (a. a. O.) im Gebiete der Vereinigten Staaten von New-Jersey an südwärts vorkommt; ich sah sie aus New-Jersey (Austin, hier von demselben mit Blüthen entdeckt, Sept. 1862); Illinois (comm. v. Leonhardi); Missouri (St. Louis, c. Engelm.); Süd-Carolina (Ravenel, c. Engelm.; Curtis, 1852, Herb. Lenorm.); Texas (Lindheimer, 1845, Herb. Lenorm.); Arizona (Coues, c. Engelm.; New-Mexiko (Gallejo Springs, Parry 1867; c. Engelm.); endlich auch aus Mexiko (in der Umgebung der Hauptstadt mit *L. minor*, *Wolffia gladiata, lingulata* und *Azolla*, L. Hahn 1868). Die Pflanze scheint weniger häufig als die nächstfolgenden Arten, aber vielleicht leichter als *L. minor*, wenigstens in Amerika, zur Blüthe zu gelangen.

Man kann über die Berechtigung des Philippi'schen Namens, vorangestellt zu werden, deswegen in Zweifel sein, weil er zwar um etliche Jahre älter ist als der Austin'sche, aber bei dem Wortlaut der Beschreibung, (welche auf eine *Spirodela* schliessen lassen könnte), die Identität der nördlichen und der südlichen Pflanze sich nur mittelst der vorhandenen Originalien constatiren lässt, während die Beschreibung bei A. Gray a. a. O. vollkommen kenntlich ist. Ausserdem kannte Philippi seine Pflanze nur im unfruchtbaren Zustand, während die Aufstellung der *L. Torreyi* auf Grund der Untersuchung vollständiger fruchtbarer Exemplare erfolgte. Die völlige vegetative Identität der beiderseitigen Originalpflanzen schien mir gleichwohl die Adoptirung des obigen Namens unvermeidlich zu machen, und es möge mein Verfahren mir nur als Ausdruck des Bestrebens, die Nomenclatur möglichst zu vereinfachen, ausgelegt werden.

Die äusserst ausgezeichnete typische Form ist an ihren Merkmalen auf den ersten Blick kenntlich, obwohl die von den einzelnen Localitäten stammenden Exemplare an Grösse innerhalb mässiger Grenzen differiren. Die mit *Coleochaete* (ähnlich der *C. scutata* Bréb., doch steril und *Bolbochaete* (ähnlich der *B. minor*) besetzten Originalexemplare sind bis 2,5 und 2,7^{mm} lang, die aus Arizona bis 2,8^{mm} lang, 1,45^{mm} breit; ähnlich die brasilischen; die mexikanischen selbst 3—3,6^{mm} lang, 1,39—1,55^{mm} breit; die blühenden nordamerikanischen sind bis 2,18^{mm} lang und bis 1,1^{mm} breit, gewöhnlich verhältnissmässig schmäler. Die Spaltöffnungen messen 0,018—0,019^{mm}; sie sind sparsamer vertheilt als bei andern Arten. Pollenkörner 0,023—0,025^{mm}. Die Frucht verhältnissmässig gross, bis 1,35^{mm} hoch; das Griffelrudiment verhältnissmässig lang. Ringzellen konnte ich weder im jugendlichen Spross noch in den Geschlechtsorganen auffinden. Das Vorblatt des Blüthensprosses scheint offen zu sein, wie bei den 3 folgenden Arten; doch konnte ich bei seiner grossen Zartheit die Sache nicht sicher entscheiden. Ob das Endosperm nur einschichtig ist, was eine Ausnahme von dem für die vorliegende Gruppe auf-

gestellten Charakter bilden würde, ob ferner der Samendeckel wesentliche Unterschiede von dem anderer Arten darbietet (Austin, bei A. Gray a. a. O.), vermag ich in Ermangelung ausgereifter Samen nicht selbst zu constatiren. Wurzelhaube 0,8—0,96^{mm} lang; ihre Gestalt repräsentirt übereinstimmend bei den verschiedenen untersuchten Numern eine ziemlich eigenthümliche, bei andern Arten der Gattung nicht in gleicher Weise wiederkehrende Modification der Form.

Es mögen hier noch einige sterile, vegetativ von der beschriebenen typischen *L. valdiviana* mehr oder weniger verschiedene und durchaus nicht mit Sicherheit zu ihr zu ziehende Formen wegen Uebereinstimmung in wesentlichen Merkmalen (Einnervigkeit des Sprosses und Gestalt der Wurzelhaube) Erwähnung finden; wenigstens lassen sie sich, da entsprechende Formen nicht fruchtbar bekannt sind, am ehesten hier einreihen. Es sind folgende:

?*β*) *pellucida*. Sprosse sehr dünn, gross, flach, weniger länglich, sehr wenig asymmetrisch bis 3.9^{mm} lang, 2.5^{mm} breit). Caracas (»in aq. stagn. in declivitate montis Silla de Caracas«, comm. B. Seemann; mit *L. paucicostata*).

?*γ*) *minima*. Spross kleiner und verhältnissmässig viel kürzer, daher auch weniger auffallend asymmetrisch. *L. minima* Phil. Linnaea XXXIII, 239. Ich kenne diese Form aus Chile (Santiago, comm. Philippi; K. Berl. Herb.); Ecuador (»Huataxi, in lacubus«, Spruce, comm. Rchb. fil.); Californien S. Francisco; Lobos Creek mit *L. minor*, Bolander; comm. Engelm.). Gegenüber den stark länglichen Formen der *L. valdiviana* machen die ebenerwähnten mit ihrer an eine *L. minor* in Miniatur erinnernden Sprossgestalt den Eindruck einer eigenen Art; das Verhältniss der Breite zur Länge des Sprosses bewegt sich zwischen 1 : 1,4 und 1 : 1,85 (Originalexemplare der *L. minima* Phil. sind 1,26—1,86^{mm} lang, 0,75—0,77 breit, solche von Lobos Creek 1,35—1,4^{mm} lang, 0,9—0,97^{mm} breit; solche von S. Francisco 1,75—2,24^{mm} lang, 1,21—1,45^{mm} breit), während es bei nordamerikanischen und chilenischen Exemplaren von *L. valdiviana* gleichmässig zwischen 1 : 2 und 1 : 2,56 schwankt; allein einige gewiss letzterer zuzuzählende Formen sind schon minder länglich (Gallejo Springs 1 : 1,8—1 : 2; Brasil. merid. 1 : 1,9—1 : 2,2), so dass ich in Ermangelung anderweitiger ermittelbarer Anhaltspuncte für die Diagnose keine feste Grenze zu finden vermag. Sehr oft ist bei den in Rede stehenden Formen selbst der Mittelnerv im zweiten Sprossgliede sehr kümmerlich und schwierig wahrnehmbar, an seinem Vorhandensein aber doch nicht zu zweifeln, da andere Individuen ihn doch mit Entschiedenheit zeigen. Nach vielfachen Vergleichungen erscheint mir gegenwärtige Anordnung wenigstens vorläufig immer noch am rathsamsten; die Auffindung von zu *γ* gehörigen Formen mit Blüthe und Frucht wäre im Interesse der definitiven Festsetzung ihrer systematischen Stellung sehr wünschenswerth.

Ob die unter *γ* hier eingereihten Formen *L. minuta* Humb. (Kunth Syn. pl. aequin. T. I, p. 135) sind, wie Philippi (a. a. O.) anzunehmen scheint, ist nicht zu eruiren; Schleiden zieht obigen Namen als Synonym zu *L. minor;* allein die von diesem Autor urkundlich benützten Originalexemplare von *L. minuta* Humb. scheinen verloren gegangen zu sein. Sollte sich aber auch Schleiden im Unrecht befinden, so wäre gleichwohl eine Voranstellung des Humboldt'schen Namens nach heutigen Kenntnissen, bei der durchaus zweifelhaften Stellung unserer Form *γ* zur Hauptart, nicht zu rechtfertigen.

b. Same geradläufig. Im Spross Seitennerven vorhanden.

3. *Lemna perpusilla* Torr.

(T. VI, Figg. 19. 20; VII, Figg. 18. 19).

Spross verkehrteiförmig, kurzgestielt, stark asymmetrisch, mit starkem, die Spitze des Sprosses nicht erreichendem Stachel, in allen Theilen mit Lufthöhlen durchsetzt, ganzrandig; vorderes Sprossglied 3nervig. Wurzelhaube spitz; Wurzelscheide schmal geflügelt. Vorblatt des Blüthensprosses offen. Samenknospe und Same schief nach vorn und aussen gerichtet; letzterer seicht 40- bis 60rippig. Frucht asymmetrisch.

L. perpusilla Torr. fl. of the State of New-York I, (1843) p. 245 (nach von Austin gütigst mitgetheilten Expl. vom Originalfundort und identischen im Herb. Lenorm.).

So weit das von mir benützte Material reicht, gehört diese Pflanze mit Sicherheit der Osthälfte des Gebiets der Vereinigten Staaten und zwar der mittleren und nördlicheren an. Ich sah Exemplare aus New-York (Staten Island, Torrey, comm. Austin; Herb. Lenorm.; Delaware (comm. Lenorm.); Pennsylvanien (Wayne, comm. Austin & Engelm.); Ohio (Drege, K. K. W. Hofk.); Illinois (Athens, Elihu Hall, comm. Engelm.); West-Missouri (Broadhead, comm. Engelm.). Wie weit nach Westen, Süden und Norden der ganze Verbreitungsbezirk sich erstreckt, vermag ich in Ermangelung sicherer Anhaltspuncte nicht genauer anzugeben.

Die Sprossnerven sind stets sehr deutlich; in dem hinteren Theil des Mittelnerven sind in der Jugend Ringzellen sichtbar. Länge des Sprosses durchschnittlich etwa 2,5^{mm} bei 1,2—1,5^{mm} Breite. Spaltöffnungen 0,02—0,028^{mm}; selten kleiner, z. B. nur 0,018—0,019 bei den Expl. aus Ohio. Epidermis ziemlich kleinzellig. Frucht und Same auch hier in der Richtung der Flächen des Sprosses leicht plattgedrückt; das Pericarp unter der Insertion des rückwärts gerichteten Griffelrestes am vorderen und hinteren Rand mit je einer Längsleiste versehen. Same 0,64—1,0^{mm} hoch, im grösseren Durchmesser 0,4—0,58^{mm} dick. Die Rippen sind nach dem früher Bemerkten fein gekerbt und werden eigentlich hervorgebracht durch eine Anzahl Facetten, die in nach der dickeren Mitte des Samens zahlreicher werdenden Längsreihen angeordnet sind. Die äussere Samenhaut selbst ist in ihrem unteren dünnen Theil 2—3schichtig, dagegen im dicksten Theil im Umkreis des Deckelansatzes bis 7—8schichtig, kleinzellig. Pollen 0,019—0,02^{mm}. Im Filament Ringzellen.

4. *Lemna paucicostata* Hegelm.

(T. VIII).

Spross verkehrteiförmig und länglich-verkehrteiförmig, kurzgestielt, stark asymmetrisch, mit starkem, die Spitze des Sprosses nicht erreichendem Stachel, in allen Theilen mit Lufthöhlen durchsetzt, ganzrandig, ziemlich dünn; vorderes Sprossglied 3nervig. Wurzelhaube spitz; Wurzelscheide mit breiten flügelförmigen Anhängen. Vorblatt

des Blüthensprosses offen. Samenknospe und Same schief nach vorn und aussen gerichtet: letzterer mit 12—20 niedrigen Rippen. Frucht asymmetrisch.

Lemna minor mehrerer Autoren, z. B. Griff. Notul.; Hegelm. in Seem. Journ. 1865, p. 112; Kurz z. Th. (nicht L.).

Das Areal dieser sehr verbreiteten Pflanze reicht aus der Tropenzone der alten und neuen Welt, in welcher es sein Centrum zu haben scheint, bis in die wärmere nördliche gemässigte Zone beider Hemisphären. Sichere Stationen ihres Vorkommens, durch Untersuchung fruchtbarer Exemplare constatirt, sind folgende.

Asien. Ostindien: Khasia, alt. 6000′. (J. D. Hooker, K. Berl. Herb.; K. K. W. H.; K. Münch. Mus.; Herb. Rchb. fil., Sond., Lenorm.). — Um Calcutta (Griffith. nach den ausführlichen Analysen und Beschreibungen). — Ceylon. (Thwaites 2397, K. Berl. Herb.; Herb. Lenorm.). — Japan: Jokuhama in Reisfeldern (Wichura, K. Preuss. Exped. in Ost-Asien N. 816; Oct. 1862 mit Frucht).

Afrika. Congo (»in lacubus ad dextram fluminis Loga inter Ambriz et Quizembo, Nov. 1853«, Welwitsch It. Angol. N. 208). Benguela (»in stagnis profundissimis nunquam exsiccantibus ad ostia fluminis Giraûl agri Mossamedensis, Jul. 1859«; Welw. It. Angol. 207). In Unkenntniss der vorliegenden Art hatte ich (a. a. O.) früher diese Pflanzen als *L. minor* bestimmt; sorgfältigere Untersuchung und Auffindung von Samen liess mich in der Folge diesen Irrthum verbessern.

Amerika. Columbien (Perija bei Maracaibo, l. & comm. Karsten). Antillen: Cuba (Wright N. 3215, comm. Engelm.); Antigua (Wullschlägel 553 (1849), K. Münch. Mus.). Vereinigte Staaten: Missouri (St. Louis, Fendler 1848, Engelmann 1867).

Fast ohne allen Zweifel hierher der Beschaffenheit der Sprosse und Wurzelhauben und namentlich der so charakteristischen Form der Wurzelscheiden nach, keinenfalls aber zu *L. minor*, wohin sie zum Theil von den Autoren gerechnet wurden, gehören ferner noch folgende sterile oder nur Blüthen tragende Pflanzen:

Asien. Java (»in aquis stagnantibus prope Bataviam«, Zollinger N. 3809, K. Berl. Herb.; Herb. Rchb. fil.) — Malacca (Cuming N. 2352, an *Neptunia oleracea* Lour. anhängend, Herb. Rchb. fil.).

Australien. Fiji-Inseln (B. Seemann comm., Nr. 657).

Afrika. Loanda bei Bemposta (Welw. It. Angol. Nr. 205, mit *Wolffia repanda*).

Amerika. Cuba (Wright Nr. 69. 71 (1865), Herb. Engelm.). Surinam (Weigelt 1827; K. Berl. Herb., K. Münch. Mus., Herb. Rchb. fil.. — Paramaribo (auf *Pistia*, Weigelt; Herb. Rchb. fil.). — Caracas (l. Ernst, comm. B. Seemann). — Sta. Martha; Cumana (l. & c. Karsten). — Guatemala (Koiapa, Friedrichsthal 797, K. K. W. H.).

Die differentielle Diagnose von *L. minor* ist auch bei unfruchtbaren Pflanzen leicht, indem bei Berücksichtigung der asymmetrischen, mehr länglichen, dünnen Sprossform mit unter der Lupe leicht sichtbarem Stachel, ferner der Gestalt der Wurzelscheide und Wurzelhaube eine Verwechslung nach dieser Richtung nicht möglich ist. Ein weniger sicheres Merkmal ist die

beträchtlichere Grösse der Spaltöffnungen. Auch von *L. perpusilla* ergibt sich die Unterscheidung bei Anwesenheit von Samen von selbst; schwieriger ist sie ohne solche, und ist alsdann fast nur die Wurzelscheide ein einigermassen brauchbares, wenn gleich für sich allein nicht sicheres Merkmal. Die so eben der Pflanze auf Grund unfruchtbarer Exemplare vindicirten Stationen liegen ohnehin im nachweislichen Bereich ihrer geographischen Verbreitung und in Gegenden, aus denen *L. perpusilla* durchaus nicht vorliegt. Die Nordgrenze würde nach dem bis jetzt Ermittelten in der alten Welt (Jokuhama) 3—4° südlicher liegen als in der neuen (St. Louis, wo auch andere südlichere Pflanzen im Missisippithal verhältnissmässig weit nach Norden wandern). Dass Griffith's Pflanze nicht *L. minor* sein kann, würde sich aus den öfter namhaft gemachten vegetativen Merkmalen mit Sicherheit ergeben, selbst wenn nicht die auf den Samen bezüglichen dazu kämen.

Die Samenhaut ist nicht blos von anderer Sculptur als bei *L. perpusilla* vermöge der geringeren Zahl der Längsreihen von Facetten, sondern auch von anderem Bau, grosszelliger und auch an der dicksten Stelle nur 2—3schichtig. Die Epidermis ist oft etwas grosszelliger als bei *L. perpusilla*, doch nicht in der Weise, dass sie irgend als diagnostisches Merkmal zu brauchen wäre; etwa Dasselbe gilt von der ganzen Sprossgestalt, welche bei einzelnen Formen noch länglicher ist als bei *L. perpusilla*; es kommen auch breite Formen vor. Ebenso finden sich Variationen in der Sprossdicke. Samen bei verschiedenen Formen 0,45—0,6^{mm} lang, 0,33—0,39^{mm} dick, nicht oder wenig abgeplattet, wie auch die Frucht, welche sonst die Form der vorigen Art hat. Im Filament und im Mittelnerv des Sprosses Ringzellen. Die Wurzel bei manchen Formen kurz, bei anderen von beträchtlicher Länge; Wurzelhaube 0,85—1,18^{mm} lang. Die Wurzelscheide wird 0,4^{mm} lang. Spaltöffnungen wie bei Voriger.

Mit aller Wahrscheinlichkeit ziehe ich endlich hierher auch die Form

β) membranacea, Spross grösser, flacher, dünner mit fast verstrichenem Stachel. Ich kenne diese Form bis jetzt aus Westindien: Antigua (»Figtreehill, in einem Bergbächlein«, Wullschlägel 554 (1849), K. Münch. Mus.); Cuba (Wright Nr. 67 (1865) Herb. Engelm.), beide Numern bestehen aus sterilen Pflanzen, welche ich aber wegen der stark asymmetrischen Sprossgestalt und breitgeflügelten Wurzelscheide bei spitzer Wurzelhaube für nichts Anderes als vegetativ luxuriirende Exemplare von *L. paucicostata* halten kann. Bei der Form von Antigua sind die erwachsenen Sprosse 4,7—4,85^{mm} lang, 2,5—2,6^{mm} breit mit 0,024—0,027^{mm} langen Spaltöffnungen; die cubanische Form, bei welcher der Stachel leichter auffindbar ist, ist wenig kleiner; in beiden sind die Seitennerven deutlich entwickelt und der Mittelnerv in seinem hintern Theil in der Jugend mit Ringzellen versehen.

5. *Lemna angolensis* Welw.

(T. VII, Figg. 9—17).

Spross verkehrteiförmig, stark asymmetrisch, mit grossem die Sprossspitze überragendem Stachel, kurzgestielt, auf der oberen Fläche gekielt und auf dem Rücken des Knotens mit starkem Höcker, dicklich, in allen Theilen mit Lufthöhlen durchsetzt, ganzran-

dig; vorderes Glied 3nervig. Wurzelhaube spitz. Wurzelscheide mit flügelförmigen Anhängen. Vorblatt des Blüthensprosses offen. Samenknospe und Same schief nach aus- und vorwärts gerichtet; letzterer seicht 15—18rippig; Frucht asymmetrisch.

L. angolensis Welw. Mspt.; Seem. Journ. 1865, p. 112. *L. aequinoctialis* Welw. Mspt. (K. K. Wien. Hofk.) und Apentam. phytogeogr. sobre a flora da prov. de Angola in Añaes do Conselho ultram., Dec. 1858, Nr. 55, p. 543.

Die Pflanze wurde von dem Autor des Namens bei Loanda in Niederguinea 10. Jan. 1858 fruchtbar entdeckt, wo sie die Oberfläche tiefer stehender Gewässer in Menge bedeckt.

Sie stimmt in der Structur und Sculptur der Samenhaut sehr mit der vorigen Art überein, ist dagegen durch die Eigenthümlichkeiten der Sprossgestalt von ihr und von allen Gattungsverwandten auffallend verschieden. Die vorliegende Form (Welw. It. Angol. Nr. 206) ist nebenbei in allen Theilen kleiner als die kleinsten Formen der 2 Vorigen; die Länge beträgt durchschnittlich $1{,}6^{mm}$ ($1{,}25—1{,}85^{mm}$); die Breite 1^{mm} ($0{,}85—1{,}15^{mm}$). Spaltöffnungen $0{,}023—0{,}026^{mm}$. Im Mittelnerven des Sprosses und im Filament Ringzellen. Frucht $0{,}605^{mm}$ hoch, $0{,}39^{mm}$ dick. Samen bis $0{,}38^{mm}$ dick, $0{,}5^{mm}$ hoch. Durchmesser des *Operculum* $0{,}12—0{,}13^{mm}$. Pollen $0{,}019—0{,}021$. Fruchtgestalt wie bei den zwei Vorigen.

c. Same halbumgewendet. Im Spross Seitennerven.

6. *Lemna minor* L.

(T. IX. X.).

Spross verkehrteiförmig und kurz-verkehrteiförmig, wenig asymmetrisch, oberseits gekielt, mit kleinem höckerförmigem Stachel, dicklich, ganzrandig, kurzgestielt, in allen Theilen mit Lufthöhlen durchsetzt; vorderes Glied 3nervig, (sehr selten 4—5nervig). Wurzelhaube (mit seltenen Ausnahmen) abgerundet-stumpf; Wurzelscheide ohne Anhänge, cylindrisch, lang. Vorblatt des Blüthensprosses bis auf eine Spalte geschlossen, später durch den Austritt der Geschlechtsorgane unregelmässig zerreissend. Frucht symmetrisch. Same mit vorwärts gerichtetem Scheitel, tief und ungleich 12—15rippig, mit vielschichtiger dicker Aussenhaut.

L. minor L. (non Griff.). *L. minuta* Humb. & Kunth (Syn. pl. aequin. I, 135) teste Schleid.

Geographisch ist *L. minor* vielleicht die verbreitetste Lemnacee und wenigstens aus allen Welttheilen, wenn auch nicht aus allen geographischen Breiten derselben bekannt.

In Europa, wo sie im Allgemeinen die gemeinste ist und nördlich (nach Andersson. Ann. d. sc. nat. 5. Sér. VII, 272) mit *L. trisulca* bis an die Grenze von Lappland sich ausbreitet, scheint sie nach dem äussersten Süden hin, doch in geringerem Maass als *L. trisulca*, sparsamer zu werden, fehlt z. B. in Visiani Fl. dalm. (kommt jedoch in Dalmatien vereinzelt vor: Spalato, Huter 1867), wird in Portugal, wo sie noch im Norden gemein ist, in den südlichen Provinzen seltener (Welwitsch. brieflich), in Spanien übrigens sowohl aus dem Norden als aus dem Süden notirt (Willk. & Lge., Prodr. Fl. Hisp. I. 25); ich sah sie aus beiden Ländern der pyrenäischen

Halbinsel (Escorial; Coimbra; Braga, F. Jagor 1867, Herb. A. Br.; Estremadura bei Queluz, Welw. pl. Lusit. 337, Herb. Lenorm.). Südöstlich findet sie sich noch in Griechenland (Zuccarini, K. Münch. Mus.; Friedrichsthal, K. K. W. H.); der Krimm (Léveillé, K. Berl. Herb.).

Afrika. Aus dem Norden, wo *L. minor* nach Kralik (in briefl. Mitth. an Buching.) in Algerien vorkommt (Aumale, Tlemsen, Kabylien, Djebel Msala), habe ich sie nicht gesehen, dagegen mehrfach vom Cap der guten Hoffnung (Ecklon, Krauss, K. Münch. Mus., K. K. W. Hofk., Herb. A. Br.); Port Natal (Gueinzius, mit *L. gibba*, K. K. W. H.). — Nach Seubert (Fl. azor. p. 26) auf den Azoren; nach DC. Géogr. bot. II, 578 und 1004 auf Madera, den Canaren und in Abyssinien. Für die grosse Hauptmasse dieses Welttheils fehlen mir jedenfalls sowohl Notizen als Belege.

Asien. Kaukasien (Lenkoran am kaspischen Meer (comm. Hohenacker). West-Tibet, 7000′ (J. D. Hooker, »*L. gibba* L. ?«; K. Münch. Mus., K. Berl. Herb., K. K. W. H.).

Nach Decandolle (Géogr. bot. II, 578), ausserdem in Sibirien; nach Maximowicz (Prim. Fl. Amur. 226 am untern Amur; nach Miquel (Consp. Fl. Japon. 386 in Japan). — Die Angaben aus dem tropischen Asien (Miquel, Kurz, Loureiro Fl. Cochinch. I, 550; Thwaites Enum. pl. Ceyl.) getraue ich mir wegen theilweiser offenbarer Verwechslung mit Nro. 4 im Allgemeinen nicht zu benützen.

Australien. In Neuholland wie es scheint verbreitet, wenigstens im aussertropischen Süden (»Australia felix«, F. v. Müll. comm. und im Herb. Sond., K. K. W. Hofk., mit Blüthe und Frucht; King Parrots Creek, mit Blüthe und Frucht, comm. F. v. Müll.; Barwon River, Oldfield, comm. Rchb. fil.). — Vandiemensland (Gunn, K. Berl. Herb.; K. K. W. H.; Herb. Lenorm.). — Neuseeland (comm. F. v. Müll.).

Amerika. Gebiet der Union von New-York und New-Jersey an (comm. Austin) einerseits durch Missouri (St. Louis, Engelm.) bis Californien (Lobos Creek, Bolander 1867, comm. Engelm.), anderseits bis Florida (Chapman, comm. Engelm.), New-Orleans (Leibold, c. Rchb. fil.) und S. W. Louisiana (E. Hilgard, comm. Engelm.). Neu-Mexiko (Sta. Fé; Moro River, Fendler 1007; 1008; comm. Engelm.). — Mexiko: Umgebung der Hauptstadt, (mit *Azolla caroliniana*, *L. valdiviana*, *Wolffia lingulata*, *gladiata*, L. Hahn 1865 und 1868; comm. A. Braun). — Anden von Bolivia (Omasuyo, reg. alp. 3950′; Mandon pl. And. Boliv. Nr. 1535 mit *Azolla* und *L. valdiviana*, comm. Rchb. fil.). — Gay (fl. Chil. V, 431) gibt auch Chile als Heimathland an.

Das Humboldt-Kunth'sche Synonym bin ich (aus dem bei *L. valdiviana* angeführten Grund) ausser Stand zu verificiren; seine Richtigkeit vorausgesetzt würde aus ihm das Vorkommen von *L. minor* in der heissen Zone (»prope Guaduas Novo-Granatensium, 580′«) hervorgehen, für welches ich sonst weder in der alten Welt, noch, da die Standorte in Mittel- und Südamerika in beträchtlicher Höhe liegen, in der neuen hinreichend sichere Anhaltspuncte kenne.

Im Norden von Amerika wird *L. minor* noch angegeben für Canada (Hook. fl. bor. Amer. II, 169 nach DC. Géogr. bot. I, 578) und für die Hudsonsbai-Länder (R. Brown. verm. Schr. übs. v. Schauer, I, 470).

Einige bemerkenswerthe Formen sind folgende:

a. Formen mit spitzer Wurzelhaube (var. *oxymitra*). Solche den sonstigen Merkmalen

nach nirgends anders unterzubringende Formen kenne ich nur sehr wenige, aber sowohl aus Europa (Griechenland, Friedrichsthal. K. K. W. Hofk.) als aus Amerika (die Fendler'schen Pflanzen aus New-Mexiko: Sprossgestalt von *L. minor*; Wurzelscheide ungeflügelt; Samenknospe hemianatrop).

b. Rothgefärbte Formen (var. *colorata*). Der Grund solcher Pigmentirungen ist, so viel sich ermitteln lässt, derselbe wie bei unserer *L. gibba* (und in der Frucht von *L. minor* selbst), nämlich rothgefärbter Zellsaft in den subepidermidalen Zellen. In Europa scheint Derartiges seltener vorzukommen — doch sah ich eine solche Form aus Spanien Escorial, leg. Jagor 1867, Herb. A. Br.) — als in Amerika (Californien. Lobos Creek. Bolander; Mexiko. Hahn; in beiden Fällen obere und untere Sprossfläche gefärbt; rothe Färbung der Unterfläche kommt nach Austin (bei A. Gray Manual p. 479) bei etlichen nordamerikanischen Formen (v. *obscura* und *orbiculata* Arst.) häufig vor, welche von den dortigen Beobachtern sonst zu *L. gibba* gerechnet wurden, aber zu dieser keinenfalls gehören können, und welche ich überhaupt morphologisch nicht von *L. minor* zu unterscheiden vermag, obwohl ich sie nur unfruchtbar kenne, daher ich sie unbedenklich in obiger Uebersicht der Stationen eingereiht habe. Die Gestalt der Sprosse behält bei allen Verschiedenheiten der Grösse (Länge der Pflanzen aus Missouri und New-Jersey 3—3,4 mm, bei andern zum Theil geringer) und bei verschieden leichter Wahrnehmbarkeit der Seitennerven immer etwas sehr Charakteristisches, was in Verbindung mit der abgerundeten Wurzelhaube vollkommen berechtigt, die amerikanischen sterilen sowohl ungefärbten als gefärbten Formen mit *L. minor* zu identificiren.

Was ausseramerikanische Formen betrifft, so sind sie ebenfalls in den Dimensionen der vegetativen Theile äusserst verschieden. Zu den kleinsten gehört die in Vandiemensland von Gunn gesammelte und in den Herbarien verbreitete (blühende und fruchttragende) Form mit Sprossen von 1,5—2,3 mm Länge und 0,9—1,7 mm Breite; zum Theil noch kleinere sah ich aber auch aus Europa Frankreich: Fontainebleau, 1,2—2 mm lang, ebenfalls blühend; Herb. A. Br.). Andererseits existiren Formen mit ausserordentlich grossen (5—6 mm langen, 3,5—4 mm breiten) Sprossen; solche vegetativ luxuriirende Formen habe ich nur steril gesehen (aus dem mittleren Rheinthal, Herb. A. Br. und selbstgesammelt; aus Böhmen, Prag. v. Leonh.). Mitunter sieht man bei solchen Formen, wenigstens einzelnen Individuen derselben, einen zweiten äusseren Seitennerven auf beiden oder nur der geförderten Seite sich entwickeln; sie sind aber von flachen Formen der *L. gibba* (wofern man die Wurzelhaube nicht als sicheres Merkmal gelten lassen will) schon an dem kleinmaschigen Sprossgewebe unschwer zu unterscheiden. Der Stachel und Kiel ist bei flachen Formen mehr verstrichen, in der Regel aber doch leicht nachweisbar.

Man kann als durchschnittliche Länge der Spaltöffnungen etwa 0,02 mm annehmen; sie sind im Allgemeinen kleiner als bei den drei vorigen Arten, bei Untersuchung zahlreicher Formen findet man aber grosse Schwankungen (0,015—0,0265 mm), welche zum Theil einigermassen parallel mit der Kräftigkeit des Wuchses gehen und immerhin ein derartiges Merkmal für diagnostische Zwecke kaum brauchbar erscheinen lassen. Die Epidermis ist überhaupt verhältnissmässig kleinzellig.

Same 0,9—1 mm lang, nicht abgeplattet, 0,5—0,56 mm dick. Pollen 0,02—0,023 mm. Im Pistill, den Filamenten, dem Mittel- und den Seitennerven des Sprosses Ringzellenreihen.

Untergattung 2. **Telmatophace** (Schleid.).

4 (2?)—6 umgewendete Samenknospen im Fruchtknoten. Endosperm einschichtig.

7. *Lemna gibba* L.

(T. XI; XII; XIII, Figg. 1—9).

Spross wenig asymmetrisch, verkehrteiförmig und kurz-verkehrteiförmig, dicklich oder mehr oder weniger stark bauchig, oberseits schwach oder verschwindend gekielt, kurzgestielt, mit sehr kleinem oder verschwindendem Stachel, in allen Theilen mit Lufthöhlen durchsetzt, die des Bauchtheils sehr weit. Im vorderen Glied beiderseits 2 Seitennerven. Wurzelhaube meist kurzzugespitzt, selten langzugespitzt oder abgerundet; Wurzelscheide cylindrisch, lang, ohne Anhänge. Vorblatt des Blüthensprosses bis auf eine kurze Spalte geschlossen, später unregelmässig zerreissend. Frucht symmetrisch. Samen 1—6, mit nach dem Anheftungspunct gerichtetem Samenscheitel, tief und ungleich gerippter, dicker, vielschichtiger Aussenhaut.

L. gibba L. *Telmatophace gibba* Schleid. Linnaea XIII, 391.

In Bezug auf geographische Verbreitung scheint *L. gibba*, wenn überhaupt, so jedenfalls nur wenig der vorigen Art nachzustehen.

In Europa ist sie vorzugsweise eine Pflanze der milden und gemässigt warmen Gegenden; ich habe Exemplare aus England, Frankreich, Deutschland, Ungarn, Dalmatien, (Ragusa, Huter 1867), Ober- und Unteritalien und der Türkei (Thasos; Friedrichsthal pl. Maced. 1393, K. K. W. H.) gesehen.

Während sie in Skandinavien nach Andersson (Ann. d. sc. nat. 5. Sér. T. VII, 260) unter allen dortigen Lemnaceen ihre Nordgrenze am südlichsten (60—61°) erreicht, in Schottland seltener als in England ist (Hook. fl. Lond. T. 211) und in Mitteleuropa wohl in keiner Specialflora ganz fehlt, wird sie in der Mediterranflora immer vorherrschender; in Portugal noch weniger gemein als *L. minor* (Welwitsch, brieflich) ist sie in Spanien, wo sie aus dem Süden und Norden angegeben wird, wenigstens stellenweise viel häufiger als *L. minor* (Willk. & Lange, Prodr. fl. Hisp. I, 26, in Sardinien (Moris. stirp. Sard. el. I, 53) und im Neapolitanischen (Gasparrin osserv. morf. 133) gemein und in einzelnen südlichen Specialfloren (Visiani fl. Dalm. — vgl. übrigens *L. minor* —, Gussone fl. Inarim. 316) die einzige aufgeführte Art. Selbst in Deutschland ist sie vorzugsweise milderen, niedrigeren und ebenen Gegenden eigen und z. B. in der Rheinebene vielleicht häufiger als sonst irgendwo; sie fehlt auch in den südlichen Alpenthälern nicht (Botzen, Kummer, K. Münch. Mus.). Namentlich scheint auch ihr massenhaftes und unvermischtes Auftreten und die Entwicklung von Blüthen und Früchten vorzugsweise an wärmere Localitäten und Jahrgänge gebunden zu sein.

In Afrika kommt *L. gibba* ausserhalb der Wendekreise sowohl am Nordrand als auf der Südspitze vor. Aegypten (Matarie am See Menzaleh, Ehrenb., K. Berl. Herb.; Cairo, Schweinfurth Nr. 1489). — Canarische Inseln (Gr. Canarie, Despréaux 1837, Herb. Lenorm.; Hb. Sond.). — Tunis (Sfax, comm. Kralik Nr. 138). Aus Algerien zählt Kralik (briefl. an

Buchinger) eine ganze Anzahl von Fundorten auf. Andererseits scheint *L. gibba* im Caplande gemein zu sein (Ecklon, Zeyher, Bergius im K. Berl. Herb., K. Münch. Mus., K. K. W. Hofk.). Port Natal (Gueinzius, mit *L. minor*, K. K. W. H.). Port Elizabeth (Sutherland, comm. B. Seemann). Nach Aublet (Hist. d. pl. de la Guiane fr. II, 842) auch auf Isle de France.

Für Asien liegen mir blos einzelne fremde Notizen vor. Afghanistan (Griffith Nr. 5615 nach Kurz. Seem. Journ. 1867, 116). Banda (Kurz, ebend.). Philippinen (Blanco. fl. de Filip. 468; eine Angabe, welche durch den Wortlaut der beigefügten Beschreibung eine Stütze erhält).

Aus Australien dagegen habe ich *L. gibba* (in einer mit Blüthen und Früchten versehenen Form) erhalten (»W. Australia«, ohne nähern Ort, Ferd. v. Muller).

In Amerika ist *L. gibba* weit verbreitet, scheint aber dem Norden und Osten der Vereinigten Staaten zu fehlen. Ich sah sie aus Arizona (Fort Whipple, E Coues & E. Palmer, Nr. 445, c. Engelm.); Mexiko Umgebung der Hauptstadt mehrfach mit *Wolffia columbiana*, L. Hahn 1868); Westindien (St. Thomas, Breutel pl. Afr. austr. 96; vgl. *Wolffia brasiliensis*); Neu-Granada Holton 214, c. Engelm.); den Anden von Ecuador (Lago de Cotalo, Spruce, 5064; comm. Engelm. & Rchb. fil.); Chile (Santiago, Philippi, comm. Phil. & Rchb. fil.; K. Berl. Herb.). In Guyana wird sie von Aublet (a. a. O.), im Innern des südamerikanischen Continents von Weddell (Ann. d. sc. nat. 3. Sér. T. II, p. 157) angegeben.

Während die Blüthezeit der Pflanze in unsern Gegenden vom Juni an beginnt und die Früchte im Spätsommer reifen, finden sich in Aegypten im April reife Früchte (Ehrenb. im K. Berl. Herb.).

Der Grad der Wölbung des Sprosses zeigt die grössten Verschiedenheiten. Die grossen, stark bauchigen Formen, wie sie in den gemässigt warmen Gegenden am charakteristischsten sich entwickeln, pflegen auf den ersten Blick erkannt zu werden; dagegen gibt es auch solche, bei denen die Sprosse kaum dicker als bei kräftigen Formen der *L. minor* und dabei entweder noch von beträchtlicher Flächenausdehnung, oder aber nur so gross wie mittelgrosse Formen der letztern sind; bei solchen ist der Stachel vorzugsweise zu finden, während er bei den bauchigen gewöhnlich verstrichen ist. Uebrigens sind die flachen Formen der *L. gibba* durch die bei ihnen besonders deutlichen, starken äusseren Seitennerven, die zugespitzte Wurzelhaube und namentlich durch den grob cavernösen Bau des Sprosses, dessen Umriss rundlicher ist, von *L. minor* ohne Schwierigkeit zu unterscheiden. Blüthen und Früchte habe ich zwar bei schwach bauchigen aber nicht bei den flachsten Formen gefunden. Grosse Verschiedenheiten zeigt auch die oft sehr beträchtliche Länge der Wurzel, ohne dass ich aus diesem Merkmal oder auch aus der sehr verschieden ausgebreiteten und eben so häufig fehlenden als vorhandenen rothen Färbung der Rückenfläche Anlass zur Aufstellung bestimmter Unterarten entnehmen könnte. Die absolute Grösse der Sprosse ist ohnehin, auch was die Ausdehnung nach der Fläche betrifft, sehr verschieden; den Formen, welche mittelgrossen der *L. minor* gleichkommen, stehen andere gegenüber von 7^{mm} Länge und 5^{mm} Breite. Abgerundete Wurzelhauben fand ich bis jetzt nur bei einer (fruchtbaren) Form aus der Gegend von Berlin (leg. A. Braun, 1868) zum Theil vermischt mit in verschiedenem Grade zugespitzten.

Die Spaltöffnungen sind im Allgemeinen etwas grösser als bei *L. minor* (0,023—0,027 mm). Im Mittel- und den Seitennerven des Sprosses, dem Pistill, den Filamenten, der Samenknospennaht finden sich Ringzellen. Die Frucht modellirt sich nach den darin enthaltenen Samen: diese selbst sind verschieden gestaltet je nach ihrer Anzahl und der Art ihres Beisammenliegens, meist mehr oder weniger deutlich 3kantig. Pollenkörner 0,021—0,022 mm.

Gattung **Spirodela** Schleid.

Vorblatt des Sprosses und ein Wirtelblatt niederblattartig entwickelt, am Grund mit einander zusammenhängend; beide unfruchtbar, die zwei andern Wirtelblattachseln fruchtbar. Wurzeln mehrere. Im Fruchtknoten 2 umgewendete Samenknospen (Griffith, Schleiden, Kurz). Frucht unbekannt (einsamig? Griff.). Im Spross mehrere Seitennerven; in diesen und im Mittelnerven Gefässzellen. In verschiedenen Theilen nadelkrystallführende Zellen: neben ihnen in der Axe und zum Theil im Blatt krystalldrusenführende Zellen. In den Wurzeln ein Gefäss.

a. Typus der *S. oligorrhiza*: Blatt median auf der Bauchfläche; Vorblatt median auf der Rückenfläche des Sprosses inserirt; beide fruchtbare Blattachseln auf dem Rücken des Sprosses. Wurzeln in beschränkter Zahl; alle das Blatt durchbohrend. Gefäss blos in die Basis der Wurzeln eintretend.

1. *Spirodela oligorrhiza* (Kurz, erweitert).

(T. XVI).

Spross verkehrteiförmig bis länglich-verkehrteiförmig, asymmetrisch, unterseits stark pigmentirt, beiderseits mit 2—4 Seitennerven; 2—5 (ausnahmsweise bis 8 Wurzeln mit spitzer Wurzelhaube.

Lemna oligorrhiza Kurz (Journ. Linn. Soc. IX, 267), *melanorrhiza* F. Müll. & Kurz (Seem. Journ. 1867, 115) und *pleiorrhiza* F. Müll. (ebend.).

Die interessante und wohlcharakterisirte Formengruppe, welche ich unter dem vorangestellten Namen zusammenzufassen mir erlaubt habe und deren Verbreitungsbezirk sich von Neuholland aus, wo sein Centrum zu sein scheint, einerseits bis nach Vorderindien, andererseits nach Polynesien erstreckt, ist mir aus ziemlich zahlreichen Numern, die ich der Mehrzahl nach der Güte des Herrn v. Muller verdanke, bekannt und bietet abgesehen von den als gemeinschaftlich hervorgehobenen Merkmalen einige Mannigfaltigkeit in Betreff der habituellen und einiger anatomischen Verhältnisse dar, die mir anfangs, bei Bekanntschaft mit nur einzelnen Formen, eine Zerspaltung in einige Arten thunlich erscheinen liess, bis die Einsicht in reichlicheres Material mich von deren praktischer Undurchführbarkeit unter den jetzigen Umständen überzeugte und mich zu der Annahme nöthigte, dass hier nicht eine Anzahl von Arten

in dem Sinn, in welchem man sonst bei den Lemnaceen dieses Wort gebrauchen kann, sondern eine zusammenhängende, einen nach aussen wohlbegrenzten Complex darstellende Reihe von Localformen vorliege. Ausser der Kurz'schen Originalform, über deren Blüthenorgane die Beschreibung und Abbildung den allgemeinsten Aufschluss giebt, von der ich aber selbst nur sterile Exemplare durch die Herren S. Kurz und F. v. Muller zur Untersuchung bekommen konnte, sind alle andern nur unfruchtbar bekannt, und es ist, wofern nicht etwa zukünftige Entdeckung der Früchte mehrerer einschlägigerFormen bessere Anhaltspuncte zur Aufstellung mehrerer Arten, als sie die vegetativen Theile darbieten, an die Hand geben sollte, höchst wahrscheinlich, dass sie alle in einem ähnlichen Verhältniss zu einander stehen, wie die an Kräftigkeit und Grösse so mannigfaltigen Formen der *S. polyrrhiza* oder der *Lemna trisulca, gibba, minor*.

Es lassen sich nach dem mir zu Gebot stehenden Material etwa folgende Formen unterscheiden.

α. genuina.

Sprosse von mittlerer Grösse, länglich, dünn, 2—3wurzelig, mit ansehnlichem Gehalt an Pigment und Krystalldrusen.

S. oligorrhiza Kurz a. a. O.

Vom Autor in Bengalen (Calcutta, Seebpore) entdeckt, findet sie sich nach demselben auch in Assam (Seem. Journ. 1867, p. 116). Originalexemplare aus Calcutta sind erwachsen 3,8—4^{mm} lang, 1,9—2^{mm} breit, mit Spaltöffnungen von 0,018—0,019^{mm} Länge; jederseits 2 Seitennerven, häufiger 2 als 3 Wurzeln von beträchtlicher Länge, bedeutendem Pigmentreichthum im Wurzel- und Sprossgewebe und zahlreichen, zum Theil in Gruppen beisammen stehenden Drusenzellen in letzterem und auch im Blatt. Nach der vom Autor gegebenen Beschreibung würden (englisches Maass vorausgesetzt, die Dimensionen das Doppelte der angegebenen betragen 6,3—8,4^{mm} Länge, 3,1—4,2^{mm} Breite) und somit die Pflanze zu den robustesten Formen der ganzen Familie der Lemnaceen gehören. — Eine zunächst hierher gehörige Form erhielt ich aus Neuholland Paramatta, Woolls. comm. F. v. Mull.); die Individuen sind ebenfalls dünn, etwas weniger länglich (4—4,2^{mm} lang, 2,7—2,9^{mm} breit), 2—3-, häufiger 3wurzelig mit Spaltöffnungen von 0,023^{mm}, geringerem Pigmentreichthum in Spross und Wurzel, sparsameren nicht in Gruppen gestellten Drusenzellen.

β. melanorrhiza.

Sprosse grösser, kräftiger, dicklich, länglich, meist mit 3 Seitennerven jederseits, 2- selten 3wurzelig; Pigmentzellen im Spross- und Wurzelgewebe sehr zahlreich. Drusenzellen ebenfalls sehr massenhaft vorhanden.

Lemna melanorrhiza F. Müll. & Kurz in Seem. Journ. 1867, 115 (z. Th.).

Auf den Fiji-Inseln gesellig mit *Lemna paucicostata* von B. Seemann gesammelt (Nr. 656) und freundlich mitgetheilt (auch in den Sammlungen verbreitet. K. K. W. H.; K. B. Herb.; Herb. Rchb. fil. etc.).

Obige Charakterisirung ist nach den Seemann'schen Exemplaren entworfen und stimmt mit der Originalbeschreibung insofern nicht ganz überein, als ich die Sprosse niemals einwurzelig, sondern meist 2- und nur einzelne unter ziemlich zahlreichen untersuchten 3wurzelig fand. Ausserdem müssten nach der Originalbeschreibung die Individuen mindestens um das Doppelte in beiden Durchmessern grösser sein als die grössten erwachsenen, welche ich auffinden konnte (5,5 — 6^{mm} lang, 2—3^{mm} breit, während die Originalbeschreibung 12^{mm} Länge, 6^{mm} Breite ergäbe). Eine nach Art der *L. gibba* bauchige Form haben die Sprosse nicht, sind dagegen dicklich und durch ziemliche Höhe der ventralen Lufthöhlen etwas convex. Der Pigmentreichthum der Wurzelrinde, welcher die braune Farbe der Wurzeln bedingt, ist von dem der vorigen Form nur graduell und nicht sehr bedeutend verschieden. Der Umriss des Sprosses gleicht ganz dem bei der Form *α*, und die vorliegende erscheint durchaus als eine robustere Entwicklung derselben. Blatt meist vorn ausgerandet, seltener abgerundet. Spaltöffnungen meist 0,023^{mm} (0,02—0,026^{mm}). Alle untersuchten Sprosse rechts gefördert.

γ. pusilla.

Spross kleiner, kürzer, verkehrteiförmig, dicklich, mit 2—3 Seitennerven, 2- seltener 3wurzelig, mit wechselndem, meist mittlerem Gehalt an Pigmentzellen und Drusen im Sprossgewebe und Blatt.

Formen vorstehender Beschaffenheit habe ich mehrfach aus Neuholland gesehen: Brisbane River, an *Azolla* (A. Dietr., comm. Rchb. fil.). Barwon River, Victoria, (Oldfield, mit *L. minor*, comm. Rchb. fil.). — Burdekin River (c. F. v. Müll.); Murray River (c. F. v. Müll.); letztere 2 Numern gemischt mit der Form *δ*; hier die 3wurzeligen den 2wurzeligen beigemischten Individuen auch in der Gestalt den Uebergang zu den 4—5wurzeligen machend. Bei allen vorstehenden Formen sind die Sprosse zwischen 2 und 2,5^{mm} lang, zwischen 1,2 und 1,7^{mm} breit; Spaltöffnungen zwischen 0,018 und 0,022^{mm}. Blatt häufiger abgerundet als ausgerandet; Wurzel- und Sprossgewebe bald mässig (Murr. Riv., Burdek. Riv., Brisb. Riv.) bald in höherem Grade (Barwon Riv.) pigmentreich; Drusen massenhaft, auch im Blatt vorhanden (Brisb. Riv.) oder sparsam und im Blatt fehlend (bei den übrigen).

δ. pleiorrhiza.

Spross länglich, dünn, mittelgross, beiderseits mit 2 Seitennerven, 4—5- (—8-) wurzelig, mit meist mässigem oder geringem Pigment- und Drusenzellengehalt.

L. pleiorrhiza F. Müll., Kurz, Seem. Journ. 1867, 115.

Die Originalien der vorliegenden Form stammen aus Neuholland vom Murray River (comm. F. v. Müll.); andere ähnliche Exemplare sah ich eben daher, aber vermischt mit der Form *γ* und mit Uebergängen zu dieser (comm. F. v. Müll.); ferner vom Burdekin River (ebenfalls mit der vorigen Form, c. F. v. Müll.). Eine mit dem Original ganz übereinstimmende Form fand ich vermischt mit *S. polyrrhiza* aus dem östlichen subtropischen Australien (c. F. v.

Müll. : eine ebenfalls hieher gehörige stammt aus Australien ohne nähern Fundort, worunter ein Individuum mit 8 Wurzeln (comm. F. v. Müll.).

Nach der Originalbeschreibung wären auch hier wieder die Dimensionen über 2mal beträchtlicher (9,5^{mm} Länge, 6,3 Breite) als ich sie finden konnte (bis 3,5^{mm} L., 2^{mm} Br.). Auch konnte ich von einer papillösen Oberfläche nichts wahrnehmen, abgesehen von den sehr kleinen, allen Spirodelen eigenen und nur in vollkommen aufgeweichtem Zustand wahrnehmbaren knötchenförmigen Erhabenheiten auf der Rückenfläche. — Die Dimensionen der verschiedenen mit der Originalform zu vorstehender Gruppe vereinigten Formen gehen von 2,8^{mm} bis 4,5^{mm} Länge, von 1,6 bis 2,6^{mm} Breite. Spaltöffnungen zwischen 0.019 und 0.022^{mm}. Pigment überall ziemlich sparsam; Drusen ebenso, nur bei der letztgenannten Numer etwas massenhafter und auch im Blatt vorhanden.

Der Versuch, die vorliegende Formengruppe, etwa mit ε vereinigt, von den Formen 1—3 als Art zu trennen, scheiterte an den erwähnten Uebergängen; ohnehin harmoniren die Formen von den einzelnen Localitäten auch nicht ganz mit einander in den ermittelbaren Merkmalen.

ε. *javanica.*

Spross dicklich, ziemlich gross, kurz, jederseits mit 3 Seitennerven, mässig reich an Pigment–, sehr reich an Drusenzellen, 4—5wurzelig.

Lemna javanica Bauer Ms.

Diese Form kenne ich von der Insel Java (Tjikoga, Zolling. Nr. 1426 unter *Salvinia verticillata* Roxb., comm. A. Br. u. Bauer).

Sie verhält sich zu δ fast wie β zu α; die Exemplare sind erwachsen 4,2—4,6^{mm} lang, 3^{mm} breit; das Blatt abgerundet, meist quer breit, fast nierenförmig; der Spross ziemlich dicklich, doch nicht bauchig in der Art von *Lemna gibba*; Wurzeln bis 15^{mm}, die spitze Wurzelhaube bis 1,1^{mm} lang. Alle Individuen links gefördert. Spaltöffnungen 0,02—0,023^{mm}.

Gemeinschaftlich allen Formen α—ε ist die klein- und länglichzellige Rückenepidermis, deren Zellen bei allen Formen mehr oder weniger deutlich mit knötchenförmigen Verdickungen ihrer Seitenwandungen versehen sind, und die aus etwas grösseren, mehr isodiametrischen, grossentheils Pigment führenden Zellen bestehende Bauchepidermis. Ebenso stimmen alle überein in dem Besitz von Gefässzellen in den meist nur bei sorgfältigerer Untersuchung auffindbaren Sprossnerven und eines Gefässes in der obersten Basis der Wurzeln.

Die Beschreibung von *Lemna punctata* Meyer (Prim. Fl. Esseq. p. 262) würde, falls sie einigermassen genau sein sollte, die Existenz einer Form dieser Verwandtschaft im tropischen Südamerika vermuthen lassen. Indessen bin ich so wenig als Schleiden (Linnaea XIII. 392) im Stande gewesen, irgend etwas Näheres in Betreff dieser problematischen Pflanze zu ermitteln.

b. Typus der *S. polyrrhiza.* Vorblatt- und Blattinsertion seitlich verschoben; ältere fruchtbare Blattachselstelle am Seitenrand des Sprosses gelegen,

daher die untere Wand der den älteren Tochterspross bergenden Tasche nur durch den Bauchlappen des Vorblattes gebildet. Wurzeln mehrere, nur die älteste das Blatt durchbohrend, die übrigen vor dem Blatt hervortretend. Gefäss in der ganzen Länge der Wurzel entwickelt.

2. *Spirodela polyrrhiza* (L.).

(T. XIII, Figg. 10—16; XIV; XV).

Spross rundlich-verkehrteiförmig, flach, beiderseits mit 5—11 Seitennerven, bis 16 Wurzeln. Wurzelhaube spitz. Ueberwinterung (in der gemässigten Zone) durch eigenthümlich geformte und gebaute niedersinkende Wintersprosse.

Lemna polyrrhiza L. *L. bannatica* W. K. Kth., En. III, 7. *L. orbicularis* Kit., Schult. I. 64. *L. orbiculata* Roxb. Fl. Ind. III. 565. *Spirodela polyrrhiza* Schleid. Linn. XIII, 392. *Lemna major* Griff. Notul. III, 216.

Die allgemein bekannte Pflanze ist zugleich eine der geographisch verbreitetsten Lemnaceen, vielleicht, so viel sich zur Zeit absehen lässt, nicht ganz so verbreitet wie *Lemna minor* und selbst *gibba*, aber etwa so verbreitet wie *L. trisulca*.

In Mitteleuropa allgemein vorkommend und mitunter selbst unvermischt auftretend hat sie ihre Nordgrenze in Skandinavien nördlicher als *Lemna gibba*, aber südlicher als *L. minor* und *trisulca* (Andersson, Ann. d. sc. nat. 5. Sér. VII, 271; etwa 63° N. Br.) und wird andererseits auch im Süden seltener, ist in Italien die am wenigsten gemeine unter ihren Verwandten (Parlat. Fl. ital. III, 675) und aus Sicilien gar nicht bekannt, ebenso aus Dalmatien (Visiani Fl. dalm.), anderwärts nur von einzelnen Localitäten angegeben, z. B. in Sardinien (Moris, Stirp. sard. el. I. 53), oder in den Sammlungen vorhanden, so aus Portugal (Estremadura, Lagoa de Albufeira, comm. Welw.; Villa nova da Rainha, Welw. in Herb. Lenorm.) und Spanien (gemischt unter von dorther stammender *Wolffia arrhiza* [s. o.] ohne speciellen Fundort; fehlt übrigens sowohl bei Brotero Fl. Lusit. als in Willk. & Lange Prodr. Fl. Hisp.).

Aus Afrika sah ich sie nicht; nach einzelnen Angaben soll sie in Aegypten (Kurz, Journ. Linn. Soc. IX, 268) und auf Madeira (Léman nach DC. Géogr. bot. II, 1004) vorkommen; aus Algerien kennt man sie nicht, ebensowenig vom Cap.

Asien. Kaukasien (Lenkoran am Caspischen Meer (comm. Hohenacker). Java (Zolling. N. 2486, Herb. Sond.; wird auch von Zollinger im systematischen Verzeichniss p. 75 aufgeführt: 1200'). Japan Jokuhama in Reisfeldern, Wichura N. 815; K. Preuss. Exped. n. Ostasien, 1860). Ceylon (Thwaites, Herb. Lenorm.). Sie wird ferner angegeben auf dem vorderindischen Continent (verbreitet in Bengalen: Roxb., Griff., Kurz; Assam, Kurz, Seem. Journ. 1867, 116); China (Shangai: Kurz, Journ. Linn. Soc. a. a. O.); endlich im Amurland (Maximowicz, Prim. Fl. Amur. 266).

In Neuholland scheint sie weniger häufig zu sein als die Formen der *S. oligorrhiza*, kommt jedoch vor (»Australia orient. subtrop.«, comm. F. v. Müller).

Amerika. Aus dem Gebiet der Union, wo sie (nach A. Gray Manual 1867, p. 479)

sehr verbreitet ist, sah ich sie vielfach: N. York (mit *Wolffia columbiana*, comm. Austin); Delaware (comm. Lenorm.); Ohio (Drege, K. K. W. H., mit *Wolffia columbiana*); Michigan (Bigelow, comm. Engelm.); Wisconsin (E. Hale, comm. Engelm.); Illinois (E. Hall, comm. Engelm.); Missouri (Broadhead, c. Engelm.); Louisiana (Hilgard, c. Engelm.). — Weiter südlich kenne ich sie noch aus Mexiko (Berlandier N. 449 an *Pistia*, Herb. Rchb. fil.); Cuba (Wright 1865, No. 66, Herb. Engelm.) und Venezuela (Llano de Calabozo, l. & c. Karsten).

Was die Waldstein-Kitaibel'schen Synonyme betrifft, so sah ich zwar keine Originalien unter einem jener Namen; was ich aber aus Ungarn von der Pflanze gesehen habe (meist von Láng gesammelt und als *Lemna orbicularis* bezeichnet, in verschiedenen Sammlungen), ist nicht einmal als Varietät verschieden. Bei manchen Formen der übrigens in ihren wesentlichen Merkmalen äusserst constanten Art sind die Sprosse deutlicher länglich, während sie sich bei andern mehr der Kreisform nähern; ebenso ist die Dicke verschieden. Flächenausdehnung bis 7,5 mm Länge, 7 mm Breite, häufig viel geringer. Obere Fläche glänzend und gesättigt grün, untere sehr gewöhnlich roth, doch auch blassgrün; Wurzeln roth oder bleichgrün. Die Sprossnerven nicht blos am zahlreichsten, sondern auch am kräftigsten und am reichsten an Gefässzellen unter allen Lemnaceen. Das Blatt erhält sich wenigstens stückweise bis zum erwachsenen Zustand; das Vorblatt geht verloren mit Ausnahme des Bauchlappens, welcher den Boden der einen Tasche bildet. Drusenzellen im Gewebe des Sprosses zahlreich, aber vereinzelt, im Blatt fehlend. Epidermis häufig (doch nicht immer) grosszelliger als bei *S. oligorrhiza*, die der obern Fläche gewöhnlich aus weniger langgestreckten Zellen als bei dieser bestehend. Spaltöffnungen 0,02—0,025 mm. Dass die ganze vegetative Entwicklung berechtigt, diese Pflanze trotz der mangelhaften Kenntnisse über ihre Fortpflanzungsorgane an die Spitze der Lemnaceen zu stellen, kann keinem Zweifel unterliegen. Während Linné (Sp. pl. IV, 196) die Blüthen der Pflanze öfters gesehen haben will, waren bekanntlich von den späteren Autoren die wenigsten (Grauer nach Wiggers, Nees v. E., Schleiden, Griffith) so glücklich sie zu finden, und die einzelnen Anhaltspuncte, die ihre Beobachtungen für die Beurtheilung der einschlägigen Verhältnisse gewähren, sind im Früheren kurz gewürdigt worden.

Zur Pflanzengeographie.

Es ist misslich, an der Hand eines Materials, welches an selbst relativer Vollständigkeit immer noch Manches zu wünschen übrig lässt und dessen Lücken sich auch durch fremde Angaben nur theilweise ausfüllen lassen, etwas Allgemeineres über die geographische Verbreitung der Glieder einer Pflanzengruppe auszusprechen. Allein so viel geht jedenfalls als Gesammtresultat aus dem über die einzelnen Formen Ermittelten hervor, dass die Lemnaceen eine, wenn man von der arktischen Region der alten und neuen Welt (und ebenso von den antarktischen Gegenden) absieht, durch alle erforschten Breiten vertretene Pflanzengruppe sind, deren Formenzahl, selbst wenn diese Pflanzen an Individuenmenge zwischen den

Wendekreisen schwächer vertreten sein sollten als in gemässigten Gegenden,[1] in letzteren nicht oder nur wenig grösser ist als in der Tropenzone und, was eigenthümliche Formen betrifft, in letzterer fast eben so stark repräsentirt wird als in den gemässigten Breiten. Nimmt man (was übrigens zweifelhaft gelassen werden musste) an, dass *Lemna minor* (nebst *L. valdiviana*) in der eigentlich tropischen Zone vorkomme, nimmt man ferner *Spirodela oligorrhiza* als eine Art in dem oben angenommenen Umfang in Rechnung (eine Zerspaltung in die obigen 5 Formen würde das Verhältniss keinenfalls zu Ungunsten der Tropenzone alteriren, da 2 von jenen nur aus den Tropen bekannt sind, die 3 andern sich über den nördlichen beziehungsweise südlichen Wendekreis hinaus ausbreiten), rechnet man endlich zwei bis jetzt nur aus dem Hochthal von Mexiko, welches zwar in der Tropenzone liegt, aber vermöge seiner vertikalen Erhebung sich eines gemässigten Klimas erfreut, bekannte Arten als aussertropisch, so erhält man betreffs des gegenseitigen Verhältnisses zwischen den tropischen und extratropischen Gebieten für die einzelnen Formengruppen etwa folgende Uebersicht:

	Wolffia.		*Wolffiella.*		*Lemna.*		*Spirodela.*		*Lemnaceae.*	
	Gesammtzahl der Formen.	Zahl der eigenthümlichen Formen.	Gesammtzahl der Formen.	Zahl der eigenthümlichen Formen.	Gesammtzahl der Formen.	Zahl der eigenthümlichen Formen.	Gesammtzahl der Formen.	Zahl der eigenthümlichen Formen.	Gesammtzahl der Formen.	Zahl der eigenthümlichen Formen.
Tropisch	7	4	—	—	6	1	2	—	15	5
Extratropisch	4	1	4	4	6	1	2	—	16	6
Gemeinschaftlich		3				5		2		10
Zusammen		8		4		7		2		21

Etwa die Hälfte der Formen ist den tropischen und extratropischen Gegenden gemeinsam, die andere Hälfte vertheilt sich etwa gleich auf der tropischen und den extratropischen Zonen eigenthümliche; auch die Gesammtzahl der Formen gestaltet sich annähernd gleich. Diese Verhältnisse dürften sich durch künftige Ermittlungen eher zu Gunsten der Tropengegenden als in umgekehrtem Sinn ändern, wozu noch der Umstand kommt, dass verschiedene der eigenthümlichen extratropischen Formen (*Wolffia hyalina, denticulata*) und der gemeinsamen (*Spirodela oligorrhiza*) entschieden den wärmeren gemässigten Zonen angehören, während andererseits ausschliesslich auf den eigentlich kühlen Theil derselben beschränkte Formen nicht bekannt sind. Es ist insbesondere die Gattung *Wolffia* im engern Sinne, die als eine vorzugsweise tropische erscheint, während bei *Lemna* sich nach keiner von beiden Seiten hin ein Uebergewicht entschieden geltend macht. Liegen auch, was die Polargrenzen der einzelnen Formen betrifft, nur für Europa ganz genaue Notizen vor, aus welchen sich ergibt, dass die einzige unserem Welt-

1) Decaisne, Traité gén. de Bot. 1868, p. 631. — Auch in gewissen aussertropischen Landstrichen scheint die Individuenzahl geringer zu sein als in Europa und Nordamerika; so in Chile nach einer Bemerkung von Philippi in Linnaea XXX, 294.

theil angehörige *Wolffia* ihre Polargrenze am frühesten bei etwa 53°, erreicht, und hierauf successiv *Lemna gibba*, *polyrrhiza*, endlich *minor* und *trisulca* folgen, so ist es doch gewiss nicht unwahrscheinlich, dass auch anderwärts die Sache sich ähnlich gestalten werde.

Dass mehrere Glieder der Gruppe über ausserordentlich weite Länderstrecken verbreitet sind, dass auch verhältnissmässig isolirte Inselgruppen (Azoren, Fiji-Inseln Lemnaceen aufzuweisen haben, dies sind bekanntlich Züge, welche diese Pflanzen mit andern Wassergewächsen theilen.

In Beziehung auf die verticale Verbreitung der Lemnaceen liegen nur aus einzelnen Erdgegenden nähere Nachrichten vor, aus welchen sich für die östliche Hemisphäre zwar ergibt, dass diese Pflanzen in beträchtlichen Höhen (im nördlichen Indien 6000', in Tibet 7000', Hooker; nach einer Notiz von Kurz, Journ. Linn. Soc. IX, 265 sogar in Ostindien bis 9500') noch gefunden worden sind, aber in sehr abnehmender Individuen- und Formenzahl, ein Verhalten, welches insofern auffallend ist, als es einzelnen Beobachtungen nach keineswegs von der mit der senkrechten Erhebung oft abnehmenden Menge der stehenden Gewässer abgeleitet werden zu können scheint. Wenigstens sind nach dem so aufmerksamen Welwitsch (Apontam. phytogeogr. p. 578 und in briefl. Mitth.) die in Angola und Benguela so reich vertretenen Lemnaceen durchaus auf die Küstenebenen beschränkt, während in den wohlbewässerten und an andern Wassergewächsen reichen inneren Hochebenen keine einzige Lemnacee aufgefunden werden konnte. Diesen Beobachtungen gegenüber stehen aber einige auf das Vorkommen von Lemnaceen in bedeutenden Höhen auf der westlichen Hemisphäre bezügliche sichere Data. Nicht blos liegen aus den Anden Südamerikas Lemnaceen mehrfach vor, meist ohne genauere Notizen über die absolute Höhe der Fundorte, sondern es ist auch nach den neuestens von L. Hahn gemachten Sammlungen und brieflichen Mittheilungen das über 7000' hoch gelegene Hochthal von Mexiko an Formenreichthum wie an Individuenzahl eine der begünstigtsten Lokalitäten.

Das Nichtvertretensein grosser Länderstrecken, wie des grössten Theils des mittleren Afrika, des continentalen mittleren Asiens in dem mir bekannten Material an Lemnaceen dürfte zum Theil immerhin ein nur zufälliges sein, um so mehr, als die erforschten Theile des tropischen Afrika z. B. einen beträchtlichen Reichthum an Formen ergeben. Dieser Welttheil hat 5 ihm eigenthümliche Lemnaceen, worunter 3 Wolffien im engeren Sinn (*W. hyalina*, *repanda*, *cylindracea*; *W. denticulata*; *Lemna angolensis*) aufzuweisen, eine weitere *Wolffia* *W. Welwitschii* mit dem tropischen Amerika und eine *Wolffia* (*W. arrhiza*) mit den andern Theilen der alten Welt, endlich 3—5 Lemnaceen *Lemna minor*, *gibba*, *paucicostata*, *trisulca?*, *polyrrhiza?* mit diesen und mit der neuen Welt gemein. Die Gesammtzahl der Lemnaceen in Afrika beträgt daher 10—12; diesem Welttheil mindestens gleich steht Amerika sowohl an eigenthümlichen Formen (7, nämlich *Wolffia oblonga*, *lingulata*, *gladiata*, *brasiliensis*, *columbiana*; *Lemna valdiviana*, *perpusilla*), wie an Zahl der Formen überhaupt (mit der alten Welt gemeinschaftlich noch 6 weitere: *Lemna minor*, *gibba*, *trisulca*, *paucicostata*, *polyrrhiza*; *Wolffia Welwitschii*). Während der Reichthum an *Wolffia*-Formen (im engeren Sinn) in Afrika seinen Gipfel erreicht, ist Amerika der an Wolffiellen und *Lemna*-Formen reichste Erdtheil, indem hier von letzterer Gattung ausser

L. angolensis sämmtliche beschriebene Arten sich finden und von den 4 bekannten Arten der ersteren Gruppe 3 Amerika eigenthümlich sind.

Während Europa keine ihm eigenthümliche Lemnacee beherbergt, ist auch Asien an Lemnaceen-Formen wenigstens nicht sehr reich. Die Zahl der hier beobachteten Arten beträgt 8 (2 Wolffien, 2 Spirodelen, 4 Lemnen), wovon nur eine (*W. microscopica* diesem Welttheil eigenthümlich wäre. Aus Australien ist noch keine *Wolffia* bekannt, dagegen scheint dieses Gebiet vorzugsweise Heimath der sich von hier bis ins südliche Asien verbreitenden Formengruppe der *Spirodela oligorrhiza* zu sein. Die nur erst so unvollständig bekannten Wolffiellen endlich sind zur Hälfte in Mexiko, zur andern Hälfte an zwei weit von einander entfernten Puncten der südlichen Hemisphäre gefunden worden; in der ganzen Reihe der Lemnaceen ist dies die einzige Artengruppe, deren Glieder nur aus Gegenden mit gemässigtem oder gemässigt warmem Klima bekannt sind.

Schliesslich möge noch die Zusammenstellung einiger aussereuropäischen Specialfloren, wobei die nur auf Grund fremder Notizen aufgenommenen Arten eingeklammert werden sollen, ihren Platz finden.

Asien.

Kaukasien, Persien, Afghanistan. *Lemna trisulca, minor, polyrrhiza, (gibba).*

Tibet. *Lemna minor.*

Vorderindien, Ceylon. *Lemna paucicostata, oligorrhiza, polyrrhiza, (trisulca, minor* [?], *Wolffia arrhiza, microscopica).*

Sunda-Inseln. *Lemna paucicostata, oligorrhiza var. javanica; polyrrhiza; (minor* [?], *trisulca, gibba, Wolffia arrhiza).*

Philippinen. *Wolffia arrhiza, (Lemna gibba).*

Japan. *Lemna paucicostata, polyrrhiza, (trisulca, minor).*

Australien.

Neuholland. *Lemna minor, trisulca, gibba, oligorrhiza genuina, v. pleiorrhiza, v. pusilla; polyrrhiza.*

Vandiemensland. *Lemna minor, trisulca.*

Fiji-Inseln. *Lemna paucicostata, oligorrhiza var. melanorrhiza.*

Neuseeland. *Lemna minor, (trisulca).*

Afrika.

Aegypten. *Wolffia hyalina; Lemna gibba, (polyrrhiza).*

Algerien, Tunis. *Lemna gibba, (minor, trisulca; Wolffia arrhiza).*

Canarische Inseln, Madeira. *Lemna gibba, (polyrrhiza).*

Nieder-Guinea. *Lemna paucicostata, angolensis; Wolffia cylindracea, arrhiza, repanda, Welwitschii.*

Capland. *Lemna minor, gibba; Wolffia denticulata.*

Amerika.

Gebiet der Union. *Wolffia columbiana, brasiliensis; Lemna trisulca, valdiviana cum var.* (?) *minima, perpusilla, paucicostata, minor, gibba, polyrrhiza.*

Mexiko. *Wolffia columbiana, lingulata, gladiata; Lemna trisulca, valdiviana, minor, gibba, polyrrhiza.*

Guatemala. *Lemna paucicostata.*

Antillen. *Wolffia Welwitschii, brasiliensis; Lemna paucicostata cum var. membranacea, gibba, polyrrhiza,* (*trisulca*).

Guyana. *Lemna paucicostata,* (*gibba*).

Columbien. *Wolffia columbiana, Welwitschii; Lemna valdiviana cum varr.* (?), *paucicostata, gibba, polyrrhiza,* (*minor?*).

Bolivia. *Lemna valdiviana, minor.*

Brasilien. *Wolffia brasiliensis; Lemna valdiviana,* (*gibba*).

Chile. *Wolffia oblonga; Lemna valdiviana cum var.* (?) *minima; gibba.* (*minor?*).

Verzeichniss einiger theils dem Verfasser nur aus Citaten bekannten, theils nur in Manuscripten vorkommenden Synonyme.

Lemna aequinoctialis Welw. = *L. angolensis* Welw.
conjugata Willd. } = *L. minor* L. (teste Schleid.).
cyclostasa Elliot }
intermedia Ruthe = *L. trisulca* L. (teste Schleid.).
minima Chev. = *L. minor* L. (teste Schleid.).
ovata A. Br. = *L. minor* L.
palustris Hke. = *L. minor* L. (teste Steud. Nomencl.).
thermalis P. B. = *Spirodela polyrrhiza* (L.) } teste Schleid.
trichorrhiza Thuill. = *Lemnae gibbae forma* }
umbonata A. Br. = *Spirodela polyrrhiza* (L.).
Telmatophace arrhiza Welw. = *Wolffia arrhiza* (L.).

Anhang.

Nach Vollendung des Textes obiger Arbeit ging mir die in der bot. Ztg. d. J. p. 382. 383 enthaltene Notiz über einen von Kaufmann gehaltenen Vortrag über die Entwickelung der vegetativen Theile der Lemnaceen zu. So weit der Bericht eine Einsicht in die Ansichten des genannten Autors gestattet, stimmen dieselben mit obigen Darlegungen nicht blos in der Annahme blattloser Sprosse bei den *Lemna*-Arten, sondern auch darin überein, dass den Spross-

taschen eine spätere Entstehung als den Tochtersprossen vindicirt wird. Wenn dagegen die Tochtersprosse bei *Lemna minor* und *trisulca* an denselben Stellen wie bei *Spirodela polyrrhiza* auftreten sollen, so ist diese Angabe als ungenau zu bezeichnen, indem aus dem Obigen das Gegentheil hervorgehen wird. Ebenso ist mir die Notiz bezüglich einer Axillar- und zweier Extraaxillarknospen bei *Spirodela* unverständlich. Die Deutung des Blattapparats von *Spirodela* als eines unentwickelten Blattes mit 2 Nebenblättern endlich verträgt sich nicht einmal mit dem Verhalten der Theile im ausgebildeten Zustand, welcher den bedeutenden Unterschied in der Insertionshöhe beider Blättchen zeigt, geschweige denn dass sie sich durch Vergleichung mit verwandten Formen (*S. oligorrhiza*) und Gattungen (*Lemna*, *Wolffia*) rechtfertigen oder durch die Entwicklungsgeschichte, welche ich in der von Kaufmann vorgetragenen Form ebenfalls nicht recht mit meinen Wahrnehmungen zusammenreimen kann, stützen liesse.

Nach freundlicher Benachrichtigung von Herrn Dr. van Horen (Oct. 1868) ist dieser Beobachter so glücklich gewesen, die Ueberwinterung nicht blos von *Lemna minor* und *trisulca* (p. 64), sondern auch von *L. gibba* im Freien verfolgen zu können. Ohne den von seiner Seite wohl in Bälde zu hoffenden ausführlicheren Mittheilungen vorzugreifen, darf ich doch anführen, dass er so wenig als ich die älteren Angaben von dem Vorkommen niedersinkender Ueberwinterungssprosse bei jenen Arten bestätigt finden konnte. Die auf dem Wasser schwimmenden Ueberwinterungssprosse der *L. gibba* waren ausschliesslich von flacher Form durch Unterbleiben der sonst vorkommenden Erweiterung ihrer Lufthöhlen, ähnlich den Sprossen, welche bei der Cultur der *L. gibba* in Gläsern vor dem völligen Zugrundegehen der Stöcke sich zu entwickeln pflegen. Da ich die flache Gestalt mehrfach bei *L. gibba* von verschiedenen Fundorten, sowohl aus Deutschland als z. B. aus Südafrika, beobachtet hatte, und zwar nicht blos bei einzelnen Sprossen, sondern bei Quantitäten ganzer Stöcke, wo sie sich also durch successive Generationen fortsetzte, so glaubte ich bisher den flachen Gestalten der überwinterten Sprosse, welche ich im Frühjahr 1867 im Rheinthal zu sehen Gelegenheit hatte, kein entscheidendes und die Annahme eines Gegensatzes zwischen winterlichen und sommerlichen Sprossen bedingendes Gewicht beilegen zu sollen.

Erklärung der Figuren.

Dieselben sind theils (die 5-, 10-, 20- und 30fach vergrösserten) unter der Lupe, theils (die 78-, 100-, 240-, 304-, 490- und 556fach vergrösserten) durch das Prisma gezeichnet, theils endlich nach Prismazeichnungen reducirt entworfen.

Tafel I.

1—13. *Wolffia columbiana.*

(Nach in Weingeist conservirten von G. Engelmann mitgetheilten nordamerikanischen Exemplaren).

1. 2. Pflänzchen mit und ohne Tochterspross in der Seitenansicht.

3. Individuum mit Tochterspross (f) schief von der Seite und hinten. c Narbe, von der Ablösung des Stiels herrührend.

4. Individuum mit Tochterspross von rückwärts. Bezeichnung wie bei 3.

5. 6. Sprossende Pflänzchen im vertical-medianen Längsschnitt. p Stiel des abgelösten primären Tochtersprosses. f' erster, f'' zweiter, f''' dritter Beispross. $2f$ Enkelspross. li unterer Rand der basalen Tasche von f'. $l'i'$ derselbe Rand am Muttersprosse, in der Lage, welche derselbe durch das Hervortreten des ersten Tochtersprosses bekommen hat. c Narbe von Ablösung des Sprossstiels.

7. Jugendliches Individuum mit Tochtersprossen (f, f') im horizontalen Längsschnitt.

8. Jugendlicher Spross im vertical-medianen Längsschnitt mit Beispross (f'). p Sprossstiel. $2f$ primärer Tochterspross, $2f'$ erster Beispross von $2f$.

9. 10. Epidermis der Rückenfläche des Sprosses. p Papillenzelle.

11. Randpartie der basalen Tasche von der Rückenfläche. p Papillenzelle.

12. Partie eines senkrechten Querdurchschnittes eines erwachsenen Sprosses (Rückenfläche). p Papillenzelle.

13. Narbe von Ablösung des Sprossstiels mit ihrer nächsten Umgebung.

14. 15. *Wolffia cylindracea.*

Sprossende Pflänzchen in der Seitenansicht.

16. 17. *Wolffia brasiliensis.*

(Nach in Weingeist conservirten sterilen nordamerikanischen Exemplaren).

16. Sprossende Pflänzchen in der Seitenansicht.

17. Epidermis der Rückenfläche mit Spaltöffnungen und Pigmentzellen.

Tafel II.

1—5. *Wolffia brasiliensis.*

(1. 2 wie I, 16. 17; 3—5 nach vom Autor der Art mitgetheilten getrockneten Originalexemplaren aus Brasilien.)

1. Stock im vertical-medianen Längsschnitt. *f* primärer Tochterspross. *p* Pigmentzellen. Sonstige Bezeichnungen wie in I, 5. 6.

2. Erwachsenes Individuum im Querdurchschnitt. *p* Pigmentzellen.

3. Blühende Pflanze von oben. *f* Tochterspross. *st* Narbe. *a* Anthere. *m* Umfang der Blüthengrube. *n* Rand des Eingangs in dieselbe.

4. Pistill mit schon in beginnender Weiterentwicklung begriffener Samenknospe im optischen Längsschnitt. *st* Narbe mit Pigmentzellen.

5. Fast reife Frucht mit verschrumpftem Staubblatt. *a* Anthere. *st* Griffelrest. *p* Perikarp. *te* äussere, *ti* innere Samenhaut. *o* Samendeckel. *ch* Chalaza.

6—17. *Wolffia arrhiza.*

(6—14 nach lebenden und in Weingeist conservirten europäischen, 15—17 nach getrockneten afrikanischen Exemplaren).

6—8. Sprossende Pflänzchen einer sehr kräftigen grossen Form aus der Normandie in der Seitenansicht.

9. Stock einer mittelgrossen Form (Leipzig) im vertical-medianen Längsschnitt. *p* Papillenzelle. Sonstige Bezeichnungen wie in I, 5. 6. *2f'* Beispross des Enkelsprosses *2f*. *3f* Urenkelspross.

10. Erwachsenes Individuum im Querdurchschnitt. *l* Athemhöhle.

11. Epidermis der Rückenfläche eines erwachsenen Sprosses. *p*, *p* Papillenzellen.

12. Epidermis der Rückenfläche eines sehr jugendlichen Sprosses.

13. Partie aus einem ähnlichen Längsschnitt wie 1 und 9. *f* junger Spross; *f'* und *f''* dessen Beisprosse, *2f* Tochterspross von *f*; *ls* die jenen von oben überwachsende Falte, welche zum oberen Umfang der Sprosstasche wird.

14. Partie aus einem ähnlichen Längsschnitt. *2f* Tochterspross, welcher von der weiter als in 13 vorgeschrittenen Falte *ls* überwachsen wird.

15. Blühende Pflanze von oben. Bezeichnungen wie in 3.

16. Blühende Pflanze im verticalen Längsschnitt. *f* Tochterspross; *p* Pistill; *a* Anthere.

17. Samenknospe (durch Aetzkali durchsichtig gemacht) im optischen Längsschnitt.

Tafel III.

1—12. *Wolffia arrhiza.*

(1—7 wie II, 6—14; 8—12 wie II, 15. 16).

1. Partie aus einem Querschnitt eines erwachsenen Individuums. *l* Epidermis; *st* Spaltöffnungen; *l* Athemhöhlen.

2. Partie aus einem ähnlichen Längsschnitt wie II, 1 und 9. *p* Stiel des Sprosses *f*; 2*f* Tochtersprosse; 2*f'* Beisprosse. *ls* oberer Umfang, *li* unterer Umfang der Tasche, welche 2*f* umschliesst.

3. Oberlippe einer Sprosstasche im vertical-medianen Längsschnitt.

4. Narbe von Ablösung des Sprossstiels von der Fläche gesehen.

5. Sehr jugendlicher, schon mit verschmälerter Basis aufsitzender Spross im verticalen Längsschnitt.

6. Horizontaler Längsschnitt eines Stockes. *f* Tochterspross, *f'* und *f''* dessen Beisprosse. 2*f* Enkelsprosse. 2*f'* Beispross von 2*f*.

7. Ueberwinterungsspross im vertical-medianen Längsschnitt. Bezeichnungen wie in II, 9.

8. Blühende Pflanze von oben nach dem Hervortreten und der Entleerung der Anthere. Bezeichnungen wie II, 3 und 15.

9. Pflanze mit noch nicht ganz reifer Frucht im verticalen Längsschnitt. *f* Tochterspross. *p* Perikarp; *st* Griffelrest; *ch* Chalaza; *o* Samendeckel.

10. Geschlossenes Staubblatt im Längsschnitt rechtwinkelig zur Scheidewand (*s*). *p* Pigmentzellen.

11. Pollenkörner.

12. Geöffnetes Staubblatt mit halb zurückgeschlagenen Antherenklappen.

13—15. *Wolffia oblonga.*

13. Sprossende Pflänzchen, *a—d* ohne, *e* mit Andeutung der Pigmentirung; *d* mit Andeutung der Lufthöhlen.

14. Basis eines Muttersprosses mit Tochterspross. *a* Strang verlängerter Zellen in der Seitenwand der Muttersprosstasche. *c* Narbe von Verlust des Sprossstiels herrührend.

15. Epidermis mit Pigmentzellen.

16—23. *Wolffia denticulata.*

16. Sprossendes Pflänzchen mit primärem Tochterspross und Beispross (*f'*).

17. Sprossendes Pflänzchen mit primärem Tochterspross (*f*).

18. Sprossendes Pflänzchen mit Tochterspross (*f*) und Andeutung der Ausbreitung der Lufthöhlen.

19. Basis eines Muttersprosses, aus dessen Tasche der Tochterspross 20 herausgezogen ist. *f'* Beispross. *a* Strang verlängerter Zellen. *c* Narbe von Abstossung des Sprossstiels.

20. Basis des Tochtersprosses von 19 in derselben Lage, in welcher der Tochterspross aus der Tasche von 19 herausgezogen wurde. *p* Sprossstiel. *f* Tochterspross von 20.

21. Spitze eines erwachsenen Sprosses.

22. Basis eines jugendlichen Sprosses mit erst unvollständig gebildeter Tasche. *f* Tochterspross.

23. Epidermis der Spitze eines erwachsenen Sprosses.

24. *Wolffia gladiata.*

Zwei sprossende Pflänzchen, *a* mit Andeutung der Ausbreitung der Lufthöhlenbildung, *b* mit Andeutung der Pigmentirung gezeichnet. *f* Tochterspross. Die beiden Muttersprosse repräsentiren einerseits eine der länglichsten, andererseits eine der kürzesten vorkommenden Gestalten.

Tafel IV.

1—10. *Wolffia Welwitschii.*

1. 2. Sprossende Pflänzchen; 1 mit Andeutung der Lufthöhlen, 2 mit Andeutung der Pigmentirung gezeichnet. *a* durchschimmernder Strang verlängerter Zellen in der Unterlippe der Tasche. *f* Tochterspross.

3. Blühendes Pflänzchen (*b*, *b* Blüthengruben) mit Andeutung der Lufthöhlen und der Pigmentirung. Sonstige Bezeichnungen wie oben.

4. Epidermis der seitlichen Partie der Rückenfläche mit Pigmentzellen und einer Spaltöffnung.
5. Basis eines jugendlichen blühenden Sprosses. *a* Antheren; *st* Narben. *f* Tochtersprosse.
6. Blüthengrube. Bezeichnungen wie in II, 3 und 15.
7. Blüthenorgane, noch nicht ganz blühreif. *a* Staubblatt. *p* Pistill.
8. Blüthenorgane nach dem Verblühen.
9. Samenknospe (durch Kali durchsichtig gemacht) im optischen Längsschnitt.
10. Pollenkorn.

11—19. *Wolffia hyalina.*

11. Sprossende und blühende Pflänzchen. *f* Tochtersprosse; *p* Sprossstiel; *b* Blüthengrube. *a* Zellenstrang in der Mittellinie des Sprossstiels.
12. Sehr junger blühender Spross. *b* Blüthengrube.
13. Halberwachsener blühender Spross. Bezeichnungen wie in II, 3 und 15. *p* Anlage des Sprossstiels.
14. Epidermis der Rückenfläche eines erwachsenen Sprosses.
15. Blüthenorgane. *a* Staubblatt. *p* Pistill in optischen Längsschnitt.
16. Staubblatt im Längsschnitt. *p* Pigmentzellen. *r* Ringzellenreihe. s Scheidewand.
17. Staubblatt nach der Entleerung und Zurückschlagung der Klappen der Anthere. *p* Pigmentzellen.
18. Pollenkörner.
19. Frucht im Längsschnitt. *p* Perikarp; *st* Griffelrest; *te* äussere, *ti* innere Samenhaut. *ch* Chalaza. *o* Samendeckel. *en* Endosperm. *h* hypokotyle Axe. *c* Cotyledo. *pl* Knöspchen. *f* dessen Tochtersprosse.

20—30. *Wolffia repanda.*

20. 21. Sprossende und blühende Pflänzchen. Bezeichnungen wie in 11.
22. Epidermis der Rückenfläche eines erwachsenen Sprosses.
23. Anthere von oben gesehen. *p* Pigmentzellen.
24. Staubblatt mit eben geöffneter Anthere. *p* Pigmentzellen. *r* Ringzellenreihe.
25. Faserzelle aus der Antherenwand von der äusseren Fläche.
26. Pollenkörner.
27. Halbreifer Same nach Wegnahme der äusseren Samenhaut. *o* Samendeckel. *ch* Chalaza.
28. Längsschnitt durch die Frucht. Bezeichnungen wie bei 19. Der Samendeckel durch das Trocknen geschrumpft.
29. Querschnitt durch den obern Theil des Samens. *te* äussere, *ti* innere Samenhaut. *en* Endosperm. *pl* Knöspchen.
30. Ausschnitt eines Querschnittes durch den untern Theil eines Samens mit noch erhaltener Samenoberhaut. *e* Oberhaut. *te* äussere, *ti* innere Samenhaut; *en* Endosperm; *em* Keimling.

31. 32. *Wolffia lingulata.*

Sprossende Pflänzchen, 31 mit Andeutung der Pigmentirung, 32 mit Andeutung der Verbreitung der Lufthöhlen gezeichnet. *f* Tochtersprosse; *a* Strang verlängerter Zellen in der Seitenwand der Muttersprosstasche.

Tafel V.

Lemna trisulca.

1. Keimender Same, den Deckel (*o*) eben absprengend. *ch* Chalaza.

2—9. Keimpflänzchen in der Ordnung der Numern entsprechend aufeinanderfolgenden Keimungsstadien. *ch* Chalaza; *o* Samendeckel; *c* Cotyledo; *pl* Knöspchen; *f* dessen Tochterspross; 2*f* Tochterspross von *f*; *r* Wurzel.

2. Seitenansicht.

3, *a* Rückenansicht. 3, *b* dieselbe Keimpflanze von unten.

4, *a* und 4, *b* wie 3, *a* und 3, *b*.

5, *a* Ansicht von der Seite und oben. 5, *b* dieselbe Pflanze von der Seite und unten.

6. Seitenansicht.

7. 9. Rückenansichten einer Keimpflanze mit homodromer Sprossung.

8. Rückenansicht einer Keimpflanze mit ausnahmsweise antidromer Sprossung.

10—12. Jugendliche Sprosse vom Rücken gesehen, 0,087 mm, 0,14 mm, 0,19 mm lang, in der durch die Numern angedeuteten Entwicklungsfolge. *a* in den Spross eintretende Ringzellenreihe; *r* Wurzel; *f*, *f'* Tochtersprosse, von Gewebsfalten mehr und mehr überwachsen. *d* Anlagen von Randzähnen.

13. 14. Basis weiter vorgerückter Sprosse von 0,39 resp. 1,0 mm Länge. *c*, *c'* Taschenhöhlen; *m*, *m'* Taschenmündungen.

15. Weiter vorgerückter Spross. Bezeichnungen wie in 10—12.

16. Basis eines noch weiter vorgerückten Sprosses von 1,6 mm Länge. Bezeichnungen wie oben.

17. Basis eines noch weiter vorgerückten Sprosses von 1,9 mm Länge. Bezeichnungen wie oben.

18. Stock blühender Individuen.

19. Einzelner Luftspross mit Andeutung der Verbreitung der Lufthöhlen.

Tafel VI.

1—18. *Lemna trisulca.*

1. Einzelner Wasserspross.

2. Querschnitt durch den vorderen breiteren Theil eines Sprossstiels.

3. Mittlere Partie eines solchen Querschnittes mit dem durchziehenden Fibrovasalstrang.

4. Längsschnitt des vorderen Theiles eines dünnrandigen Wassersprosses.

5. Randpartie aus einem Querschnitt eines ähnlichen Sprosses.

6. Querschnitt durch den äusseren noch nicht geschlitzten Taschenrand eines Wassersprosses.

7. Partie eines Querschnitts durch den vorderen Theil eines Luftsprosses. *g* auf der Rückenfläche vorspringender Höcker.

8. Stück Epidermis der obern Fläche der Basis eines Luftsprosses.

9. Noch nicht ganz blühreifes Pistill. *a* Ringzellenreihe.

10. Blüthenspross, in das sackförmige nur durch die Mündung *n* geöffnete Vorblatt eingeschlossen. *st* Narbe. *a*, *a'* Staubbeutel.

11. 12. Blüthensprosse, welche ihre Organe gestreckt und das Vorblatt zerschlitzt haben.

13. Samenknospe im optischen Längsschnitt.

14. Schnitt durch eine Antherenhälfte, senkrecht zu der dieselbe abtheilenden Scheidewand. *r* Rhaphidenzellen.

15. Schnitt quer durch den oberen Theil einer ganzen Anthere. *s* Gewebe der Scheidewände der Hälften. *r* Rhaphidenzellen.

16. Querschnitt durch den mittleren Theil einer ganzen Anthere. *c* Connectivgewebe. *p* Pollenkörner; *s* und *r* wie in 15. Die Ansichten von *s* in 15 und 16 rühren davon her, dass die Längserstreckung der Scheidewände der Antherenhälften nicht mit dem queren Durchmesser der Anthere zusammenfällt.

17. Reife Frucht. *ch* Chalaza des Samens.

18. Querschnitt durch den Samen. *ti* innere Samenhaut.

19. 20. *Lemna perpusilla.*

19. Fructificirender Stock (vom classischen Standort Staten Island).

20. Fructificirendes Individuum.

Tafel VII.

1—8. *Lemna valdiviana.*

1. Stock mit besonders stark länglichen Sprossen (nach einem Originalexemplar).

2. Blühende Pflanze (nach einem Exemplar aus New-Jersey von C. F. Austin).

3. Individuum mit noch nicht ganz reifer Frucht.

4. Stück Epidermis der Rückenfläche mit 2 aneinander angrenzenden Spaltöffnungen.

5. Noch nicht ganz entwickelter Blüthenspross mit Vorblatt, von oben gesehen.

6. Pollenkörner.

7. Längsschnitt durch eine noch nicht ausgereifte Frucht. *p* Perikarp. *st* Griffelrest. *te* äussere, *ti* innere Samenhaut. *ch* Chalaza. *o* Samendeckel.

8. Querschnitt einer unreifen Frucht. Bezeichnungen wie vorhin.

9—17. *Lemna angolensis.*

9. Fructificirender Stock. *f* Mutterspross; *f'* Tochtersprosse; *f''* Enkelspross. *z* Frucht.

10. Individuum mit Frucht (*z*) und Beispross (*f*) von oben gesehen. *a* Stachel.

11. Individuum von der Seite gesehen. *a* Stachel. *a'* stachelartiger Höcker auf dem Rücken des Knotens.

12. Epidermis der Rückenfläche.

13. Anthere mit oberem Theil des Staubfadens.

14. Pollenkörner.

15. Halbreife Frucht im optischen Längsschnitt. *p* Perikarp; *st* Griffelrest; *te* äussere, *ti* innere Samenhaut; *o* Samendeckel; *ch* Chalaza.

16. Längsschnitt durch einen reifen Samen. Bezeichnungen wie bei 7; *en* Endosperm; *em* Keimling; *r* dessen Wurzelende. Der Samendeckel durch das Trocknen geschrumpft.

17. Querschnitt durch das obere Drittel einer reifen Frucht. *pl* Knöspchen; *r* Nebenwurzel desselben; *p* Perikarp; andere Bezeichnungen wie vorhin.

18. 19. *Lemna perpusilla.*

(Nach Exemplaren vom klassischen Fundort).

18. Querschnitt durch den unteren Theil einer Frucht. *p* Perikarp. *te* äussere, *ti* innere Samenhaut: *en* Endosperm. *em* Keimling (Gewebe des Cotyledo).

19. Querschnitt durch den obersten Theil des Samens. *te*, *ti*, *en* wie vorhin. *pl* Knöspchen des Keimlings.

Tafel VIII.

Lemna paucicostata.

(3 und 18 nach getrockneten Exemplaren aus Südamerika von Prof. Karsten; die andern Figuren nach in Weingeist conservirten Exemplaren aus Nordamerika von G. Engelmann).

1. 2. blühende und fructificirende Stöcke. Bezeichnung wie bei VII, 9.

3. Nicht blühender Stock.

4. Epidermis der Rückenfläche.

5. Medianer Längsschnitt durch die Spitze eines erwachsenen Sprosses. *a* Stachel.

6. Subepidermidale Schicht des Rückens von der Fläche gesehen. *l* Athemhöhle.

7. Basis einer Wurzel, welche die geflügelte Wurzelscheide (*v*) durchbrochen hat und noch von derselben umfasst wird.

8. Jugendliche Wurzelscheide im Querschnitt.

9. Jugendliche Wurzelscheide in der Flächenansicht.

10. Querschnitt einer Wurzel, welche ihre Epidermis abgestossen hat. *v* innerste Rindenschicht, das axile Bündel umgebend.

11. Noch nicht ganz entwickelter Blüthenspross in der Ansicht von unten; das Vorblatt abwärts geschlagen.

12. Blüthenspross, vollständig entwickelt, mit Vorblatt, von oben.

13, *a* Pistill von der Seite; 13, *b* dasselbe von oben gesehen.

14. Narbenmündung.

15. Samenknospe im optischen Längsschnitt.

16. Halbreife Frucht. Bedeutung der Theile wie bei VII, 15.

17. Längsschnitt der reifen Frucht. *p* Perikarp; *e* Samenepidermis; sonstige Bezeichnungen wie in VII, 16.

18. Querschnitt durch den unteren Theil einer Frucht. Bezeichnungen wie bei VII, 18.

Tafel IX.

Lemna minor.

1. Samenknospe im Längsschnitt. *n* Rest des Kerns. *se* Keimsack.

2. Pistill, Seitenansicht.

3—7. Entwicklungszustände des Keimlings; 4 an der vom Keimsack und der Hüllhaut des Kerns gebildeten Lamelle hängend. *pl* Anlage des Knöspchens; *h* hypokotyle Axe. *c* Cotyledo.

8. Längsschnitt einer unreifen Frucht. *x* Uebereinanderlagerungsstelle der Ränder des äussern Integuments. Sonstige Bezeichnungen wie in VIII, 17.

9. Längsschnitt eines reifen Samens. *h* hypokotyle Axe; *c* Cotyledo; *pl* Knöspchen. *r* Nebenwurzel desselben. Sonstige Bezeichnungen wie bei VIII, 17.

10. Theil eines senkrechten Durchschnittes einer annähernd reifen Frucht mit quer durchschnittenem Samen. Bezeichnungen wie bei VIII, 17.

11. Querschnitte des Keimlings; *a* im vorderen Drittel des Samens; *b* noch näher am Micropyle-Ende. *pl* Knöspchen, *f* dessen Tochterspross; *r* Nebenwurzel.

12. Fruchttragender Spross. *a* Stachel. *ch* Chalaza des Samens.

13. Spross mit Tochterspross und Frucht. (12 und 13 nach Exemplaren einer kleinen Form aus Neuholland, von F. v. Müller gesammelt).

14. Junges Keimpflänzchen, Seitenansicht. Bezeichnungen wie bei V, 2.

15. Aehnliche Keimpflanze im Längsschnitt. *te* äussere, *ti* innere Samenhaut; *en* Endosperm; *c'* im Samen zurückbleibender Theil des Cotyledo. Sonstige Bezeichnungen wie vorhin.

16. Aeltere Keimpflanze von oben gesehen. Bezeichnungen wie bei V, 2—9.

17. 18. Theile einer ähnlichen Keimpflanze auseinandergenommen und aus dem Samen herausgezogen, von der Rückenfläche.

17. *c* hervorgetretener Theil des Cotyledo; *c'* im Samen zurückgebliebener Theil desselben. *n* Grenze der von dem Cotyledonarrand und der hypokotylen Axe gebildeten Duplicatur.

18. Plumula mit Tochterspross (*f*) und Nebenwurzel (*r*). *n* Grenze der Tasche, aus welcher der Tochterspross entspringt.

19. Tochterspross der Plumula einer ähnlichen Keimpflanze mit 2 jungen Enkelsprossen.

Tafel X.

Lemna minor.

1. Basis eines halbentwickelten 0,58 mm langen Sprosses. *n* Die die beiden Unterlippen der Taschenmündungen verbindende Querfalte; sonstige Bezeichnungen wie bei V, 16. 17.

2. Medianer Längsschnitt durch die Spitze eines erwachsenen Sprosses. *a* Stachel.

3. Hinteres Ende von einem Längsschnitt durch den seitlichen Theil eines noch nicht vollständig ausgewachsenen Sprosses. *ts* obere, *ti* untere Lippe der Sprosstasche. *r* Rhaphidenzelle.

4. Querschnitt eines Seitennerven des vorderen Sprossglieds mit Umgebung.

5. Querschnitt des Mittelnerven des vorderen Sprossglieds.

6. Querschnitt eines Seitennerven.

7. Stärkekörner aus dem Sprossparenchym.

8. Medianer Längsschnitt durch die hintere Partie eines noch nicht ganz erwachsenen Sprosses. *a* Ringzellenreihe; *x* Knoten; *n* Querfalte (= *n* in Fig. 1); *v* Wurzelscheide; *c* Wurzelhaube; *r* Wurzelkörper.

9. Längsschnitt einer $^1/_2$ mm langen Wurzel. Bezeichnungen wir vorhin.

10. Längsschnitt einer Wurzelspitze, welche ihr Längenwachsthum beendigt hat, aber noch nicht gestreckt ist. Die inneren Zellenlagen nicht mit gezeichnet.

11. Querschnitt einer Wurzel nahe über der Spitze. *c* Wurzelhaube; *e* Wurzelepidermis; *v* innerste den axilen Strang umgebende Rindenzellenschicht.

12. Querschnitt durch den mittleren Theil eines noch jugendlichen Wurzelstückes mit durch mehrere Längstheilungen vermehrten Zellen des axilen Stranges: *v* wie in 11.

13. Jugendliche Wurzeln, welche die Wurzelscheide (*v*) vor Kurzem durchbrochen haben. *c* Wurzelhaube.

14. Randpartie einer durchbrochenen Wurzelscheide. *m* Rand.

15. Aeussere (cuticularisirte) Lamelle der inneren Samenhaut.

Tafel XI.

Lemna gibba.

1. Basis eines jugendlichen Sprosses, auf dessen einer Seite sich ein Tochterspross (*f*), auf dessen anderer sich eine Anthere, als erstes auftretendes Blüthenorgan (*a*), entwickelt; beide werden von Sprossfalten überwachsen.

2. Aehnliches Präparat, etwas weiter vorgerückt; Bezeichnungen wie vorhin; *f'* Beispross, über der Blüthenanlage hervortretend.

3—7. In Entwicklung begriffene Blüthensprosse, in der durch die Numern angedeuteten Reihenfolge. *a*, *a'* Staubblätter; *p* Pistill; *b* Vorblatt; *f'* Beispross.

3. Ansicht von unten. 3, *a* Dasselbe Präparat von oben.

4. Ansicht von oben.

5. Ansicht eines ungefähr auf gleicher Entwicklungsstufe wie 4 stehenden Präparates von unten.

6. Ansicht von oben. 6, *a* Dasselbe Präparat von unten.

7. Ansicht von oben.

8. Halbentwickeltes Pistill mit Samenknospen.

9. Samenknospen in verschiedenen Entwicklungszuständen aus einem und demselben Pistill.

10. Reife Samenknospe im Längsschnitt. *a* Ringzellenreihe in der Naht. Andere Bezeichnungen wie bei IX, 1.

11. Abnorm verwachsene Staubblätter. $\frac{1}{1}$

12. Reife Frucht im Längsschnitt, mit Samen. *ch* Chalaza; *o* Samendeckel.

13. Frucht, in welcher sich nur ein Same entwickelt hat. Bezeichnung wie vorhin.

14. Längsschnitt durch den Scheiteltheil eines Samens. *sp* Cotyledonarspalte. Andere Bezeichnungen wie in IX, 9. Samendeckel und entsprechende Partie der äusseren Samenhaut sind von dem Schnitt seitlich von dem eigentlichen Scheitel getroffen.

15. Querschnitt durch das obere Drittel eines Samens (ein Theil der äusseren Samenhaut weggelassen), der seine Oberhaut abgestossen hat. *c* Haube der Nebenwurzel; *f* Tochterspross der *Plumula*; *n* Samennaht: andere Bezeichnungen wie bei VII, 17.

Tafel XII.

Lemna gibba.

1. Stück eines Querschnittes durch das Perikarp. *a* Gegend des die Pistillwandung durchziehenden Ringzellenstranges.

2. 3. Querschnitte verschieden geformter Samen. Bezeichnungen wie bei XI, 15.

4. 5. Stücke von Querschnitten durch die äussere Samenhaut annähernd reifer Samen mit noch erhaltener Epidermis (*e*). *r* Samennaht.

6. Flächenansicht der inneren Lamelle der inneren Samenhaut. (Das mit ganzen Doppellinien angedeutete Netzwerk bezeichnet die auseinandergezerrten inneren Wandungen der äusseren Zellschicht des inneren Integuments, die punctirten Linien dagegen die Grenzen der Zellen der inneren Zellenlage desselben Integuments).

7. Noch in der Wurzelhaube steckendes jugendliches Wurzelstück im Querschnitt. *e* Epidermis; *v* innerste Rindenschicht; *c* Wurzelhaube.

8. Querschnitt eines älteren epidermislosen Wurzelstückes. *v* wie in 7.

9. Wurzelscheiden- und Wurzelhaubenspitze im Längsschnitt. *v* Wurzelscheide; *c* Wurzelhaube.

10. 11. Flächenansichten von Wurzelscheidenspitzen, in denen das Längenwachsthum erloschen ist.

12. Spitze einer noch sehr jugendlichen Wurzel im optischen Längsschnitt.

13. 14. Aeltere Wurzelspitzen im Längsschnitt.

Tafel XIII.

1—9. *Lemna gibba.*

1. Stock mit Blüthe und Frucht (*z*), über welch' letzterer ein Beispross (*f*) hervortritt.

2. 3. Verticale Längsschnitte eines Sprosses einer sehr kräftigen Form; 2 durch die Mitte; 3 durch die eine Seitenpartie. *r* Wurzel; *v* Wurzelscheide; *n* Sprossknoten.

4—7. Querschnitte durch einen ähnlichen Spross, in der durch die Numern angedeuteten Reihenfolge von hinten nach vorn vorschreitend. *a* Mittelnerv; *b* innere; *c* äussere Seitennerven.

8. Partie eines Längsschnittes durch einen Seitentheil eines halberwachsenen Sprosses. *ls* obere, *li* untere Wand der Sprosstasche. *r* Rhaphidenzelle.

9. Stock einer kleinen und sehr flachen Form. *a* Stachel.

10—16. *Spirodela polyrrhiza.*

10. Blatt von der unteren Fläche gesehen, von der ersten Wurzel (*r*) durchbohrt, 4 andere Wurzeln verdeckend.

11. Querschnitt einer in der Wurzelhaube steckenden Wurzel. Bezeichnungen wie in XII, 7.

12. 13. Querschnitte einer und derselben ganz ausgewachsenen und gedehnten Wurzel; 12 durch den älteren obern, 13 durch den untern jüngern Theil; die Epidermis abgeworfen. *v* innerste Rindenschicht; *p* Pigmentzellen.

14. Aus der Wurzelhaube herausgezogene Wurzelspitze im optischen Längsschnitt.

15. 16. Vollständig gedehnte Wurzelspitzen im optischen Längsschnitt.

Tafel XIV.

Spirodela polyrrhiza.

1—3. Sehr jugendliche Sprosse von oben gesehen, in der durch die Numern gegebenen Entwicklungsfolge.

4. Aehnlicher Spross wie 2 oder 3, der Blattapparat im optischen Längsschnitt.

5, *a*. Etwas vorgeschrittenerer Spross von oben; 5, *b*. derselbe von unten. *a* Vorblatt; *a'* nach der Bauchseite sich umschlagender Theil desselben; *b* Blatt; *f* älterer Tochterspross.

6. 7. Weiter vorschreitende Zustände; 6 von oben, 7 von unten. Bezeichnung wie in 5. *f'* jüngerer Tochterspross. f^2 Beispross.

8, *a*. Spross von 0,4 ^{mm} Länge von oben, 8, *b*. derselbe von unten. Das Blatt überragt den Sprossrand (*m*); sein Seitenrand verlängert sich in einen rückläufigen Lappen (*b'*), *r* erste Wurzel; *f*, *f'* und *a'* wie in 5—7.

9. Spross von 1,1 ^{mm} Länge, von oben. *r* erste, *r'* und *r''* zweite und dritte Wurzel. *f*, *f'*, *a*, *a'* wie in 5—7. *c* Höhle der Tasche, in welcher der jüngere Tochterspross *f'* liegt. *i* spaltenförmiger Eingang in diese Tasche; *p* Sprossfalte, welche die beiden Tochtersprosse überwachsen hat und auf der jüngern Seite die Decke der Tasche bildet. *l* Insertionslinie des Vorblattes.

10. Basis eines Sprosses von 1,87 ^{mm} Länge nach weggenommenem Blattapparat, von oben. Bezeichnungen wie vorhin; *r'''* und *r''''* vierte und fünfte Wurzel.

11. Medianer Längsschnitt durch ein Vorblatt nebst der gegenüberliegenden Rückenfläche des Sprosses und dem quer über die Basis des Sprossrückens herüberziehenden Wall *p* (=*p* in Fig. 9 und 10).

12. Stück Epidermis der Rückenfläche eines erwachsenen Sprosses mit Spaltöffnungen und den durch punctirte Linien angedeuteten Grenzen der Zellen der subepidermidalen Zellschicht.

Tafel XV.

Spirodela polyrrhiza.

1. Spross, zwischen XIV, 6 und 7 stehend, nach Wegnahme des Blattapparats. *f* und *f'* wie dort.

2. 3. Sprosse etwa von der Entwicklungsstufe wie XIV, 7 im medianen Längsschnitt. *a*, *b*, *r* wie dort (das Blatt den Spross überragend wie in XIV, 8). *p*=*p* in XIV, 9. 10. 11.

4, *a*. Etwas älterer Spross in der einen (älteren) Seitenhälfte längsdurchschnitten. 4, *b*. Derselbe im medianen Längsschnitt. *f*=*f* in XIV, 5—10; sonstige Bezeichnungen wie vorhin.

5. Spross, zwischen XIV, 8 und 9 stehend, von unten; das Blatt den Spross nicht überragend, aber einen rückwärts gerichteten Lappen (*b'*) bildend. Bezeichnungen wie in den seitherigen Figuren.

6. Medianer Längsschnitt eines wenig grösseren (0,6 mm langen) Sprosses. Bezeichnungen wie bei 2; 3; 4, *b*.

7, *a—g*. Längsschnitte durch einen Spross, welcher wenig vorgeschrittener ist als XIV, 9 (Länge 1,4 mm), in der durch die Buchstaben gegebenen Reihenfolge von der älteren zur jüngeren Seite. *p* obere, *li* untere Wand der auf letzterer Seite den Tochterspross *f'* umschliessenden Tasche; erstere setzt sich in die ebenfalls mit *p* bezeichnete den ältern Tochterspross *f* deckende Gewebspartie direct fort. *s* Sprossstiel; *r*, *a*, *b*, *a'* wie bei XIV, 6—9.

8. Stück der Randpartie des Vorblattes von der Fläche gesehen. *m* Rand.

9. Noch nicht ganz erwachsener Spross von unten. *c* Contour der Tasche, in welcher der jüngere Tochterspross liegt. Die sonstigen Bezeichnungen den seitherigen entsprechend.

10. Erwachsener Spross von unten; das Blatt (*b*) halb zerstört; die Wurzeln abgeschnitten; der ältere Tochterspross ausgelöst; Bezeichnungen denen in 9 entsprechend.

11. Erwachsener Spross von unten; Blatt ganz weggenommen; Tochtersprosse beide ausgelöst; die Tasche für den jüngeren derselben geschlitzt (bei *c*). *a'* wie seither.

12. Erwachsener kleinerer Spross, einen Winterspross (*h*) als jüngeren Tochterspross aussendend, auf der andern Seite einen Beispross tragend, nach Ablösung des primären.

13. Winterspross (*h*), auf beiden Seiten Sommersprosse aussendend (*f* und *f'*), deren älterer schon einen fast erwachsenen Tochterspross (2 *f*) trägt.

14. Partie eines Querschnittes durch die Rückengegend eines erwachsenen Sprosses mit Spaltöffnung (*st*), Drusenzelle (*k*) und Pigmentzellen (*p*).

15—16. Prosenchymzellen aus den Fibrovasalsträngen eines erwachsenen Sprosses.

Tafel XVI.

Spirodela oligorrhiza.

1. *genuina*.

(Nach von S. Kurz bei Calcutta gesammelten Originalexemplaren).

Stock mit 2—3wurzeligen Sprossen.

2. Var. *pleiorrhiza*.

(Nach Exemplaren vom Murray River in Neuholland, von F. v. Müller gesammelt).

4wurzeliges Individuum mit Tochterspross.

3—9. Var. *melanorrhiza*.

(Nach von B. Seemann gesammelten Exemplaren von den Fiji-Inseln).

3. Erwachsenes Individuum von unten; das Blatt (*b*) von 3 Wurzeln, welche entfernt worden sind, durchbohrt.

4. Jugendlicher $^1/_3$ mm langer Spross von oben. *a* Vorblatt. *b* Blatt.

5. Basis des vorigen; *a*, *b* wie vorhin; *f*, *f'* Tochtersprosse; *c*, *c'* Taschenhöhlen.

6. Eiförmiges Blatt mit zwei in dasselbe eingebohrten Wurzeln.

7. Vorn ausgerandetes Blatt, von den Wurzeln mit den Spitzen ihrer Hauben schon ganz durchbohrt.

8. Stück der Randpartie des Vorblattes mit Pigmentzellen. *m* Rand.

9. Stück der Randpartie des Blattes, von der inneren Fläche gesehen, mit Pigment-, Rhaphiden- und Drusenzellen. *m* Rand.

10—15. Var. *javanica*.

10. Stock mit 4—5wurzeligen Individuen.

11. Basis eines jugendlichen 1,2 mm langen Sprosses. *r*, *r'*, *r''*, *r'''* Wurzeln; sonstige Bezeichnungen wie in 5.

12. Basis eines wenig grösseren Sprosses; Vorblatt und Blatt entfernt. *f*, *f'*, *c*, *c'* wie vorhin. *i*, *i'* spaltenförmige Taschenmündungen; *p* der ihre Oberlippen verbindende Querwall.

13. Blatt, von 4 Wurzeln durchbohrt.

14. Epidermis der Rückenfläche.

15. Epidermis der Bauchfläche.

16. 17. Var. *pusilla*.

(Nach durch A. Dietrich gesammelten Exemplaren vom Brisbane River in Neuholland).

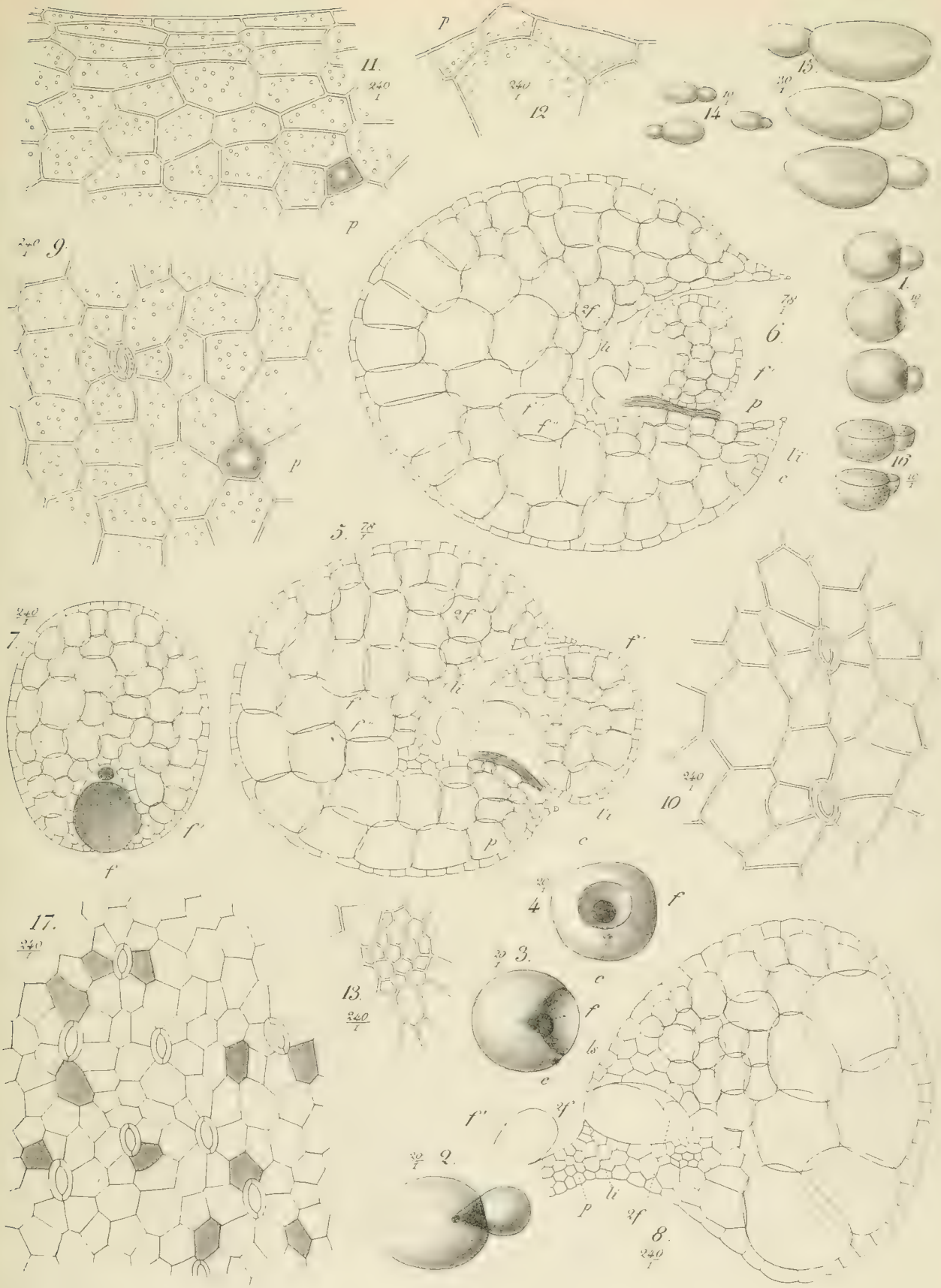
16. Stock mit 2wurzeligen Sprossen.

17. Stück Epidermis der Rückenfläche mit stark entwickelten knötchenförmigen Verdickungen.

Berichtigungen.

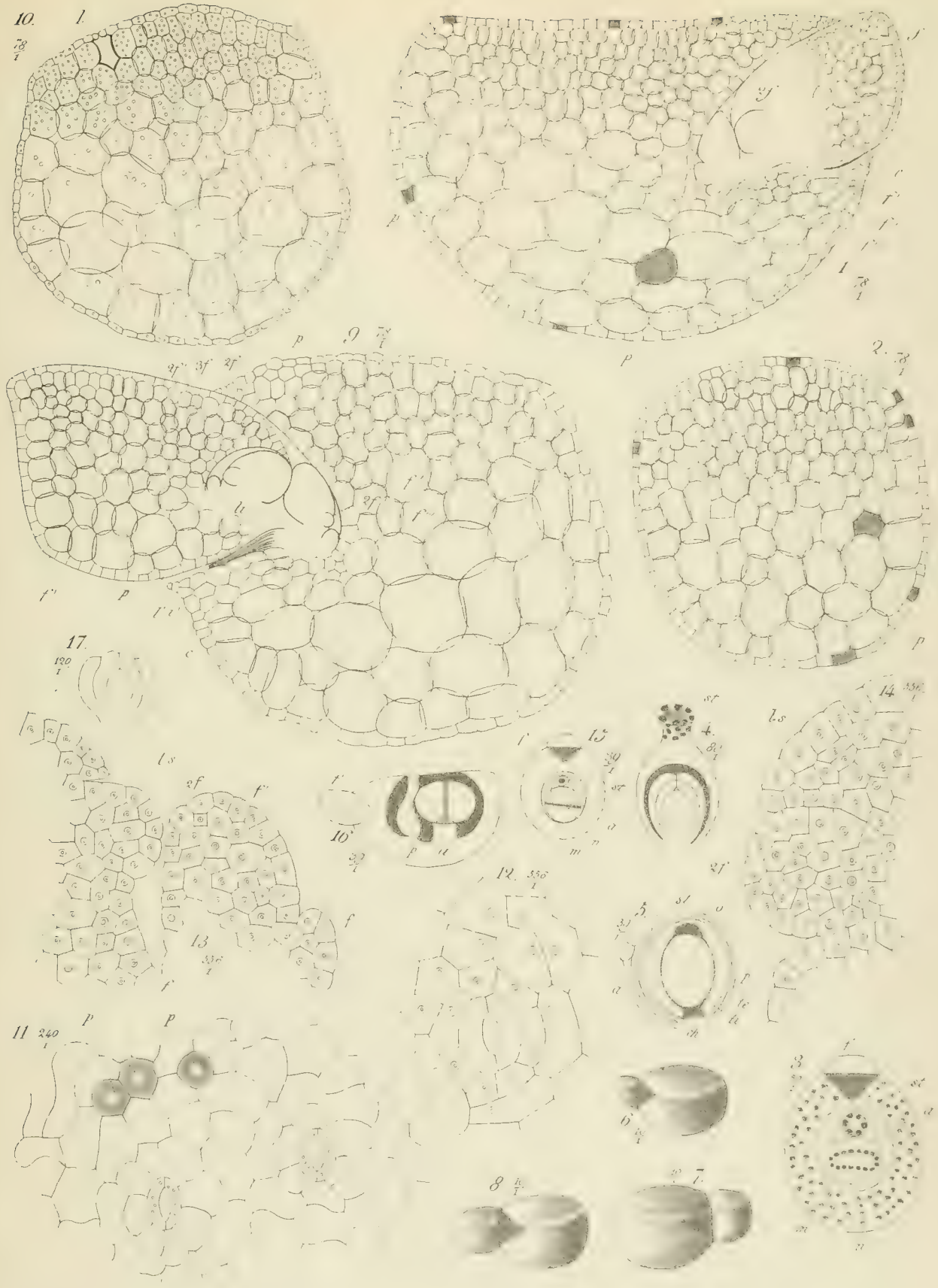
S. 18 Zeile 3 v. u. lies: Komma nach Wolffien.
S. 31 „ 16 v. u. lies: dem Contour statt: der Contour.
S. 36 „ 4 v. o. l.: schon statt: schn.
S. 36 „ 13 v. o. nach lässt l.: Komma statt: Punct.
S. 46 „ 5 v. u. l.: differenziren statt: differenciren.
S. 68 „ 19 v. u. l.: nahe zu statt: nahezu.
S. 74 „ 9 v. u. l.: Gebildes quer nach aussen statt: Gebildes sich quer nach aussen.
S. 80 „ 10 v. u. l.: der Contour statt: die Contour.
S. 90 „ 3 v. o. ist das Komma nach Wurzeln zu streichen.
S. 97 „ 7 v. o. l.: abgeschlossen und statt: abgeschlossen ist und.
S. 97 „ 8 v. o. l.: im Gang ist, sondern statt: im Gang sondern.
S. 99 „ 19 v. u. l.: der gleichnamigen statt: dergleichnamigen.
S. 99 „ 5 v. u. l.: der bezüglichen statt: bezüglichen.
S. 112 „ 18 v. o. l.: durch die statt: durchdie.
S. 118 „ 17 v. u. l.: zu kommen statt: zukommen.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



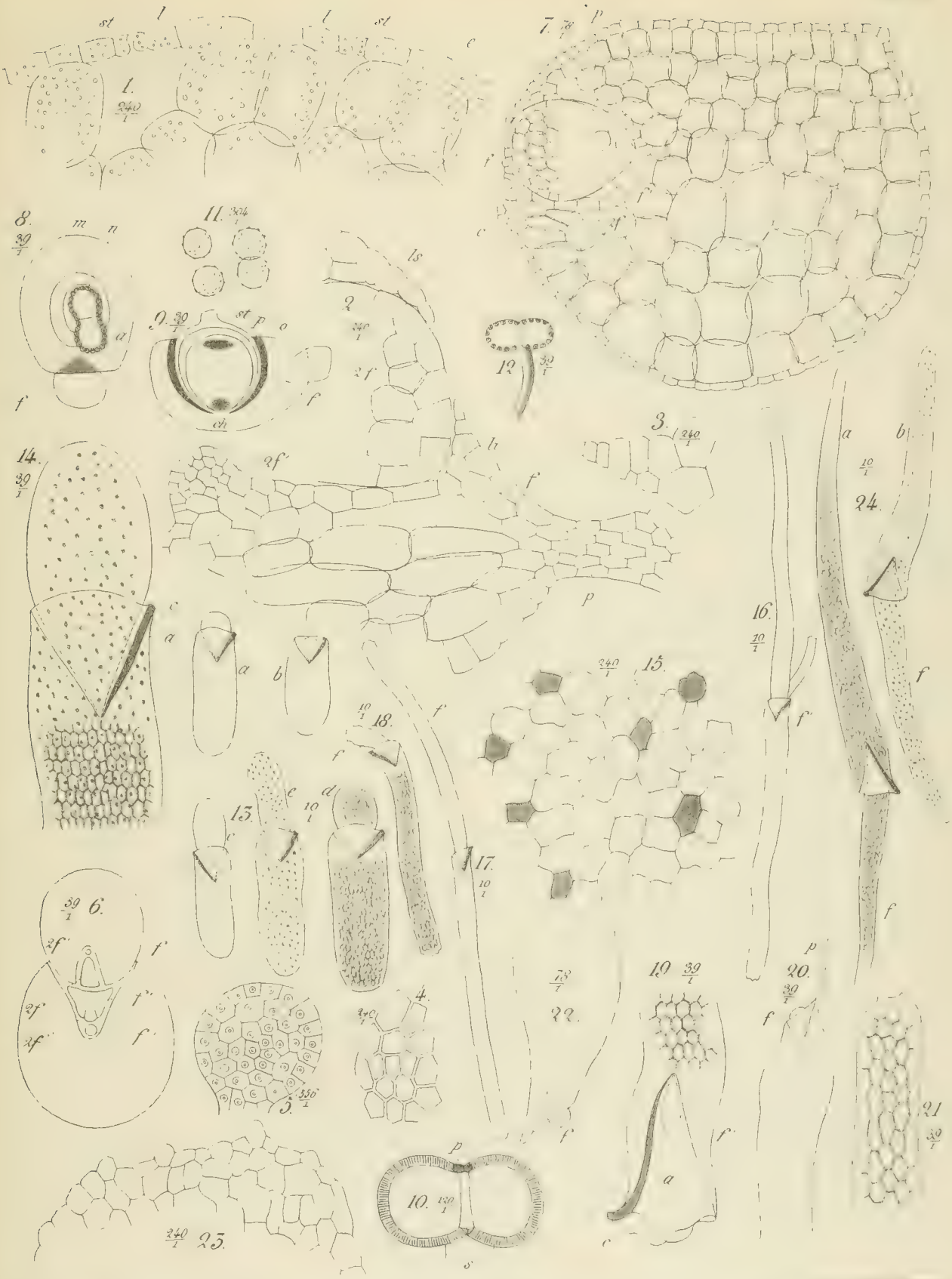
Autor del.

1–13. Wolffia columbiana. 14.15. Wolffia cylindracea. 16.17. Wolffia brasiliensis.



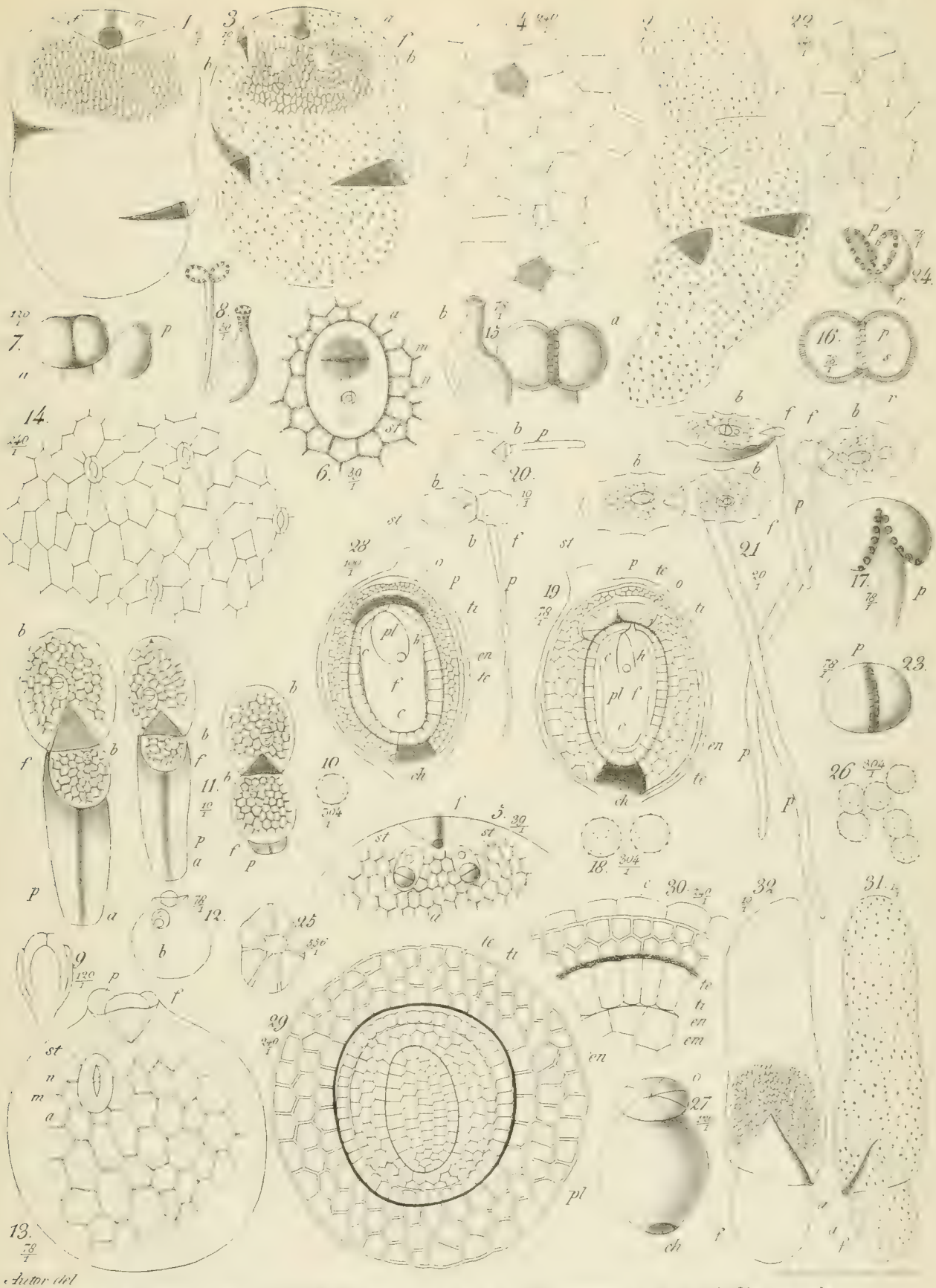
Autor del.

1-5. Wolffia brasiliensis. 6-17. Wolffia arrhiza.



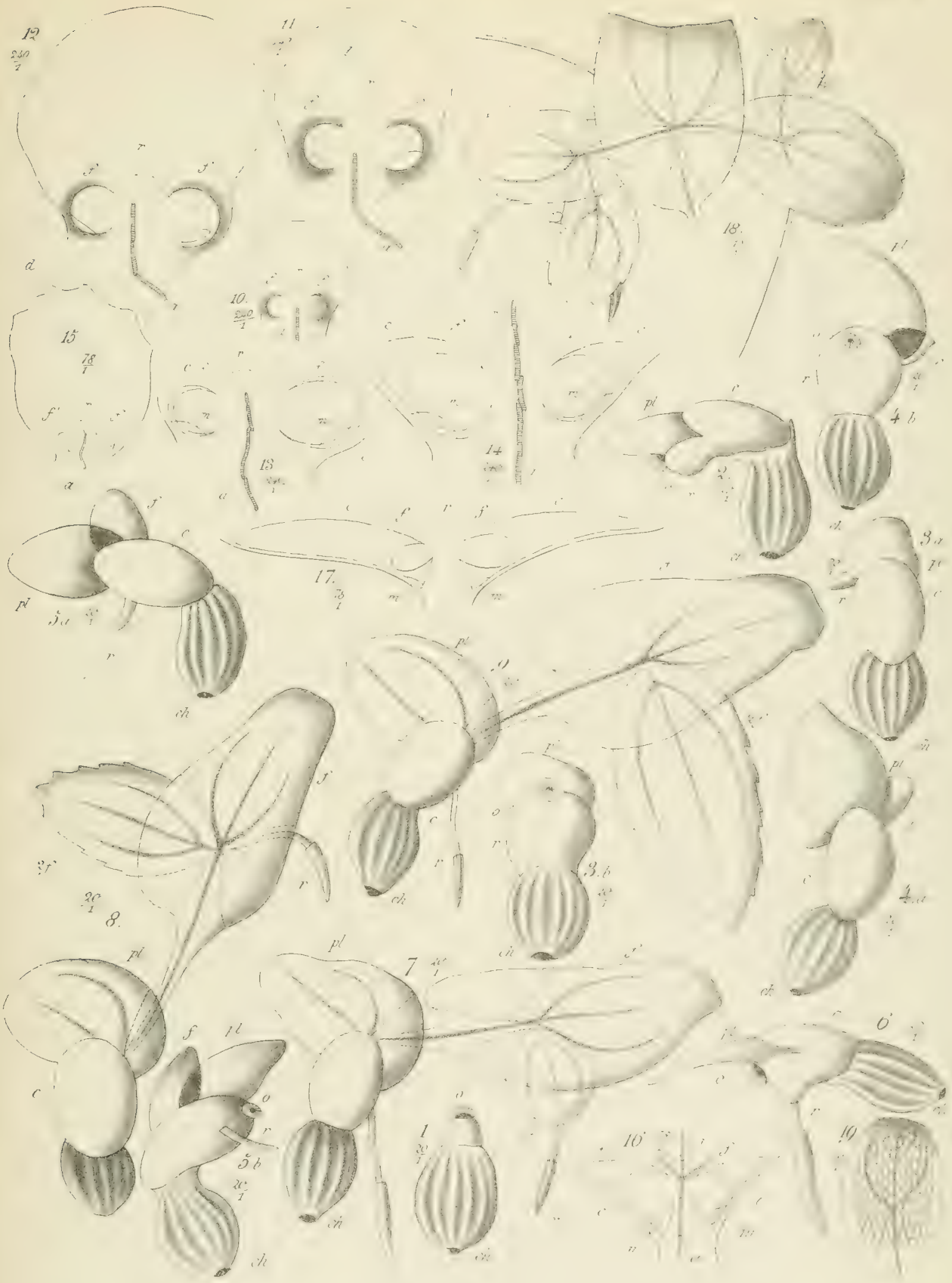
Autor del. Lith. Anst.

1-12. Wolffia arrhiza. 13-15. Wolffia oblonga. 16-23. Wolffia denticulata. 24. Wolffia gladiata.



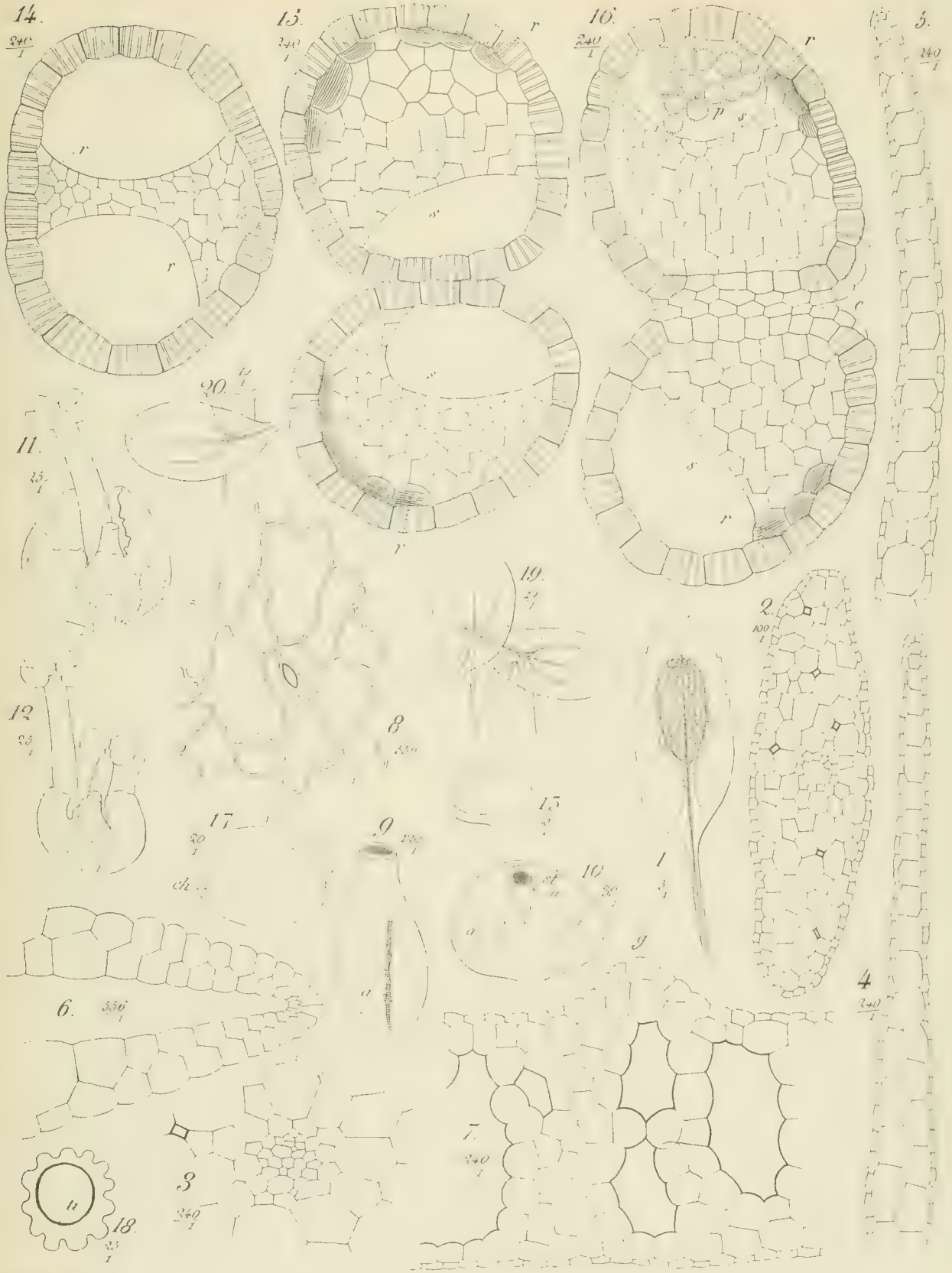
Autor del

1-10. Wolffia Welwitschii. 11-19. Wolffia hyalina. 20-30. Wolffia repanda. 31.32. Wolffia lingulata.



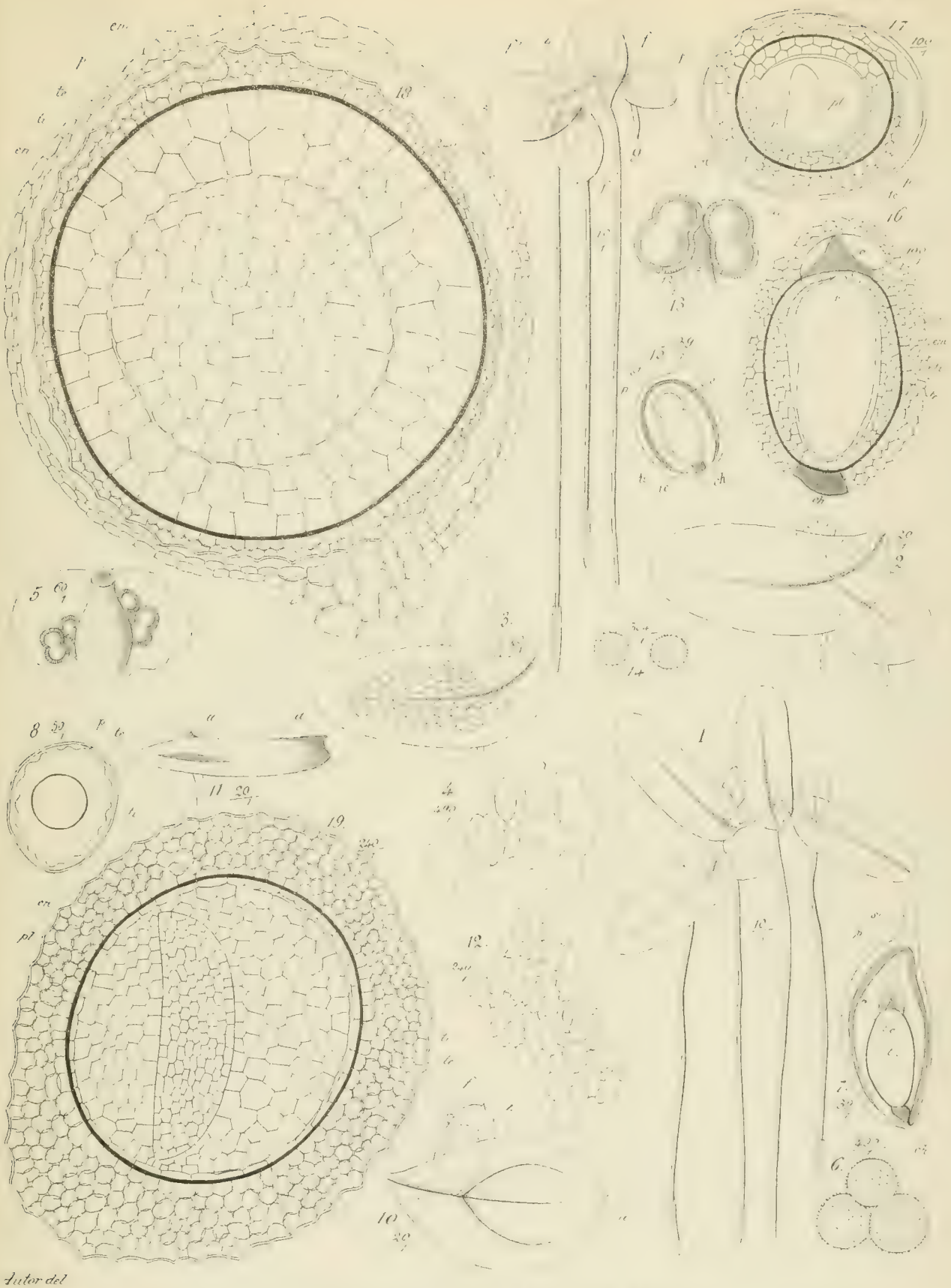
Autor del.

Lemna trisulca.



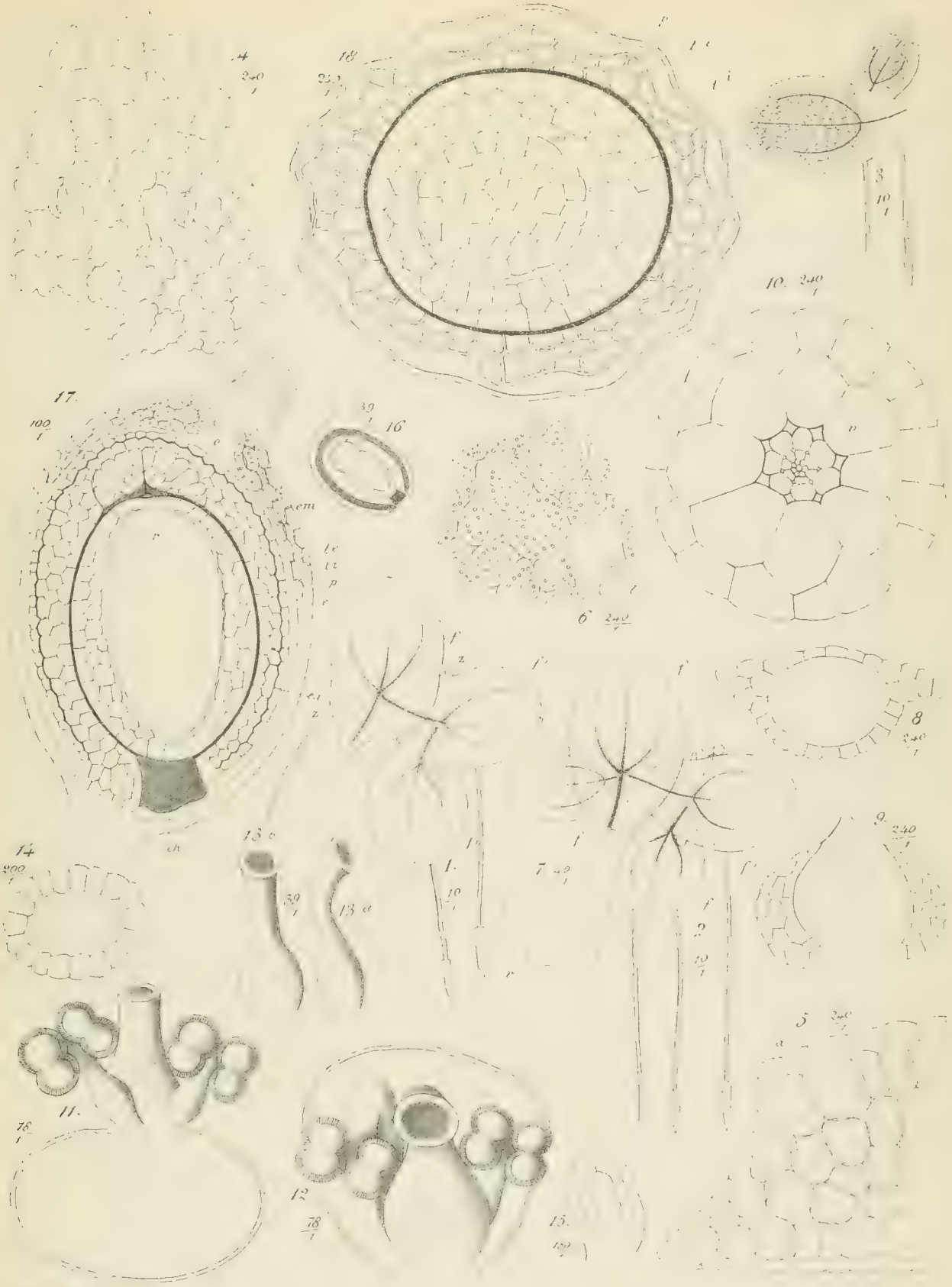
Autor del

1–18. Lemna trisulca. 19. 20. Lemna perpusilla.



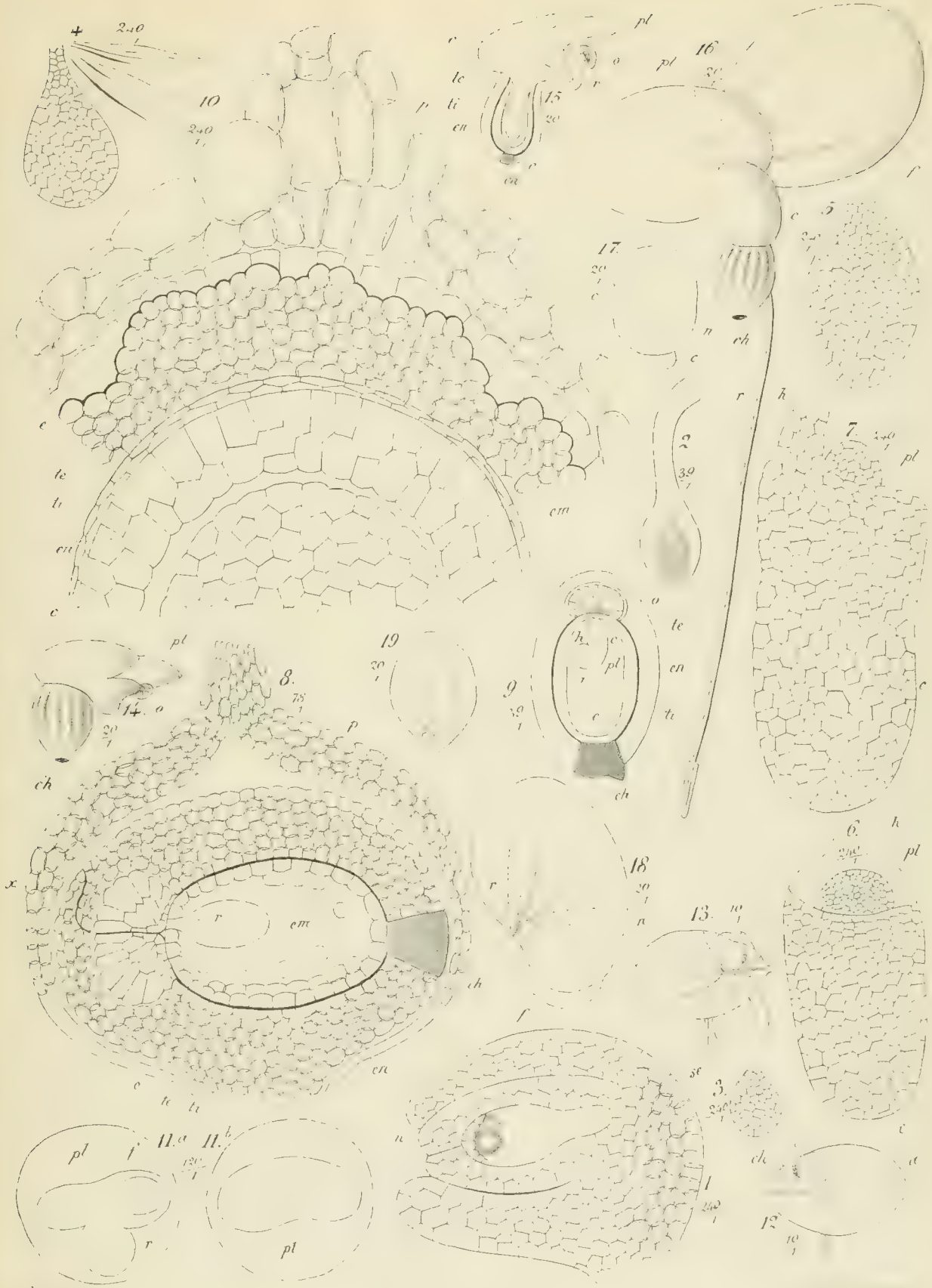
Autor del

1–8. Lemna valdiviana. 9–17. Lemna angolensis. 18. 19. Lemna perpusilla

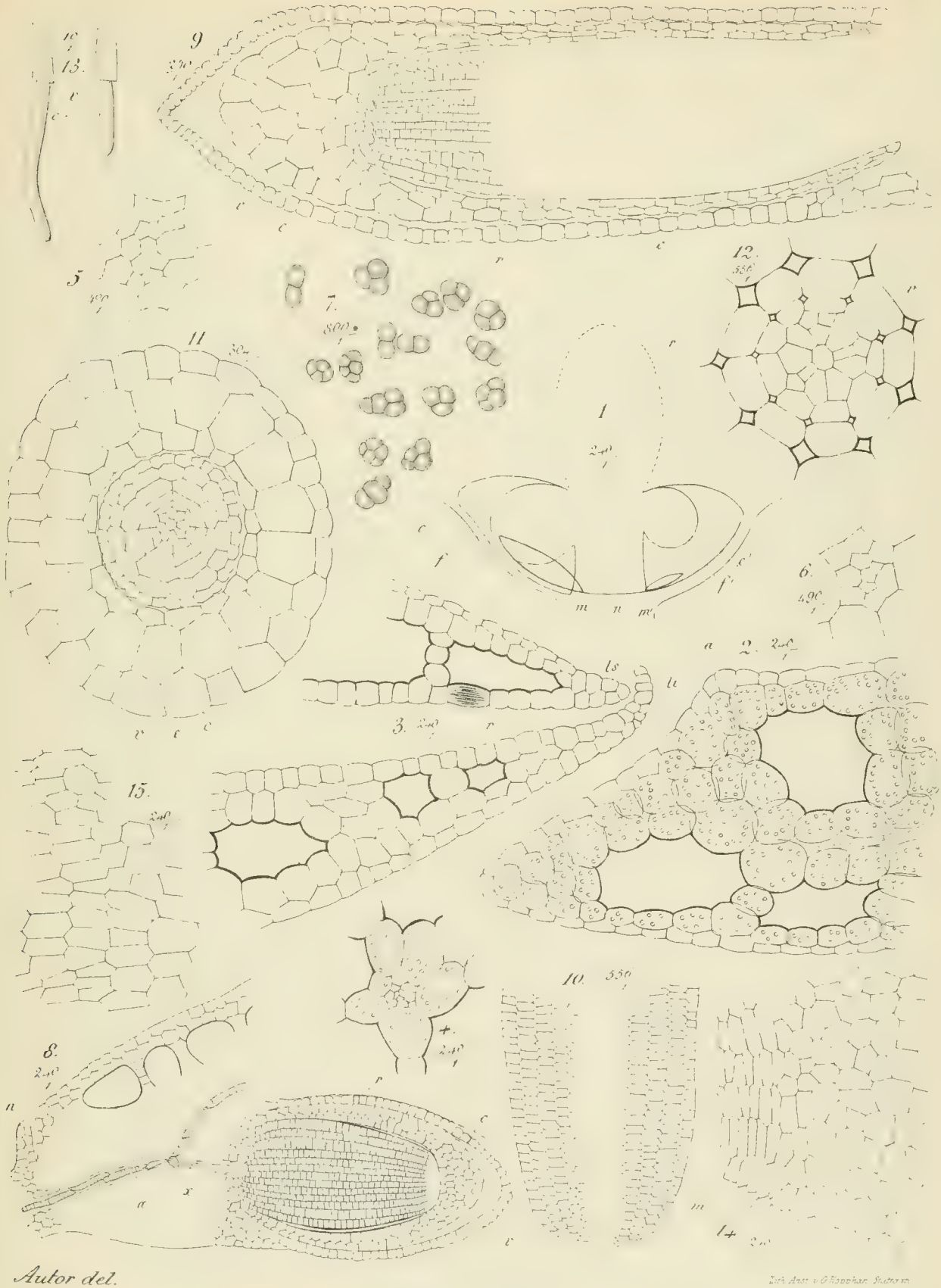


Autor del

Lemna paucicostata.

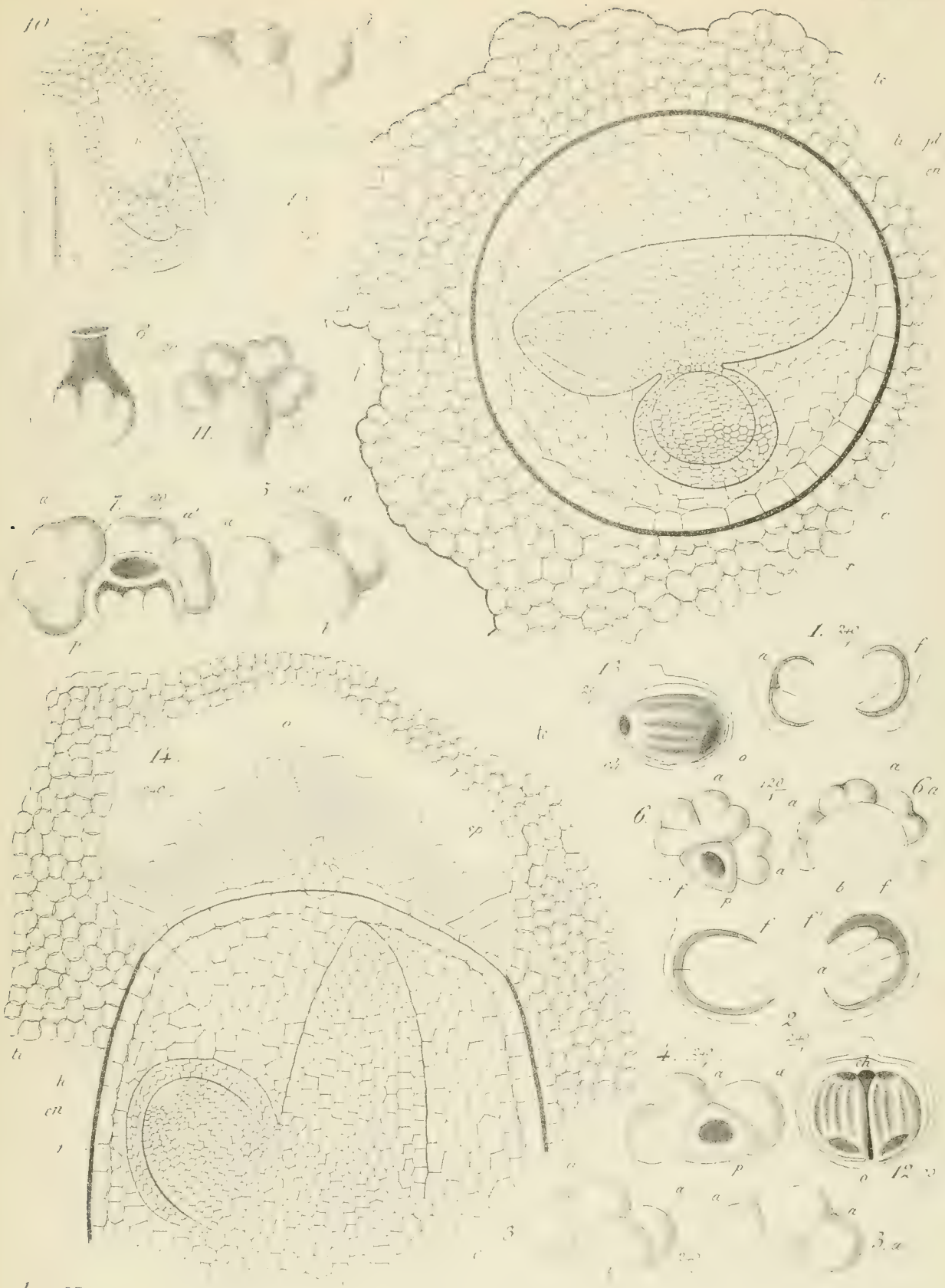


Lemna minor.



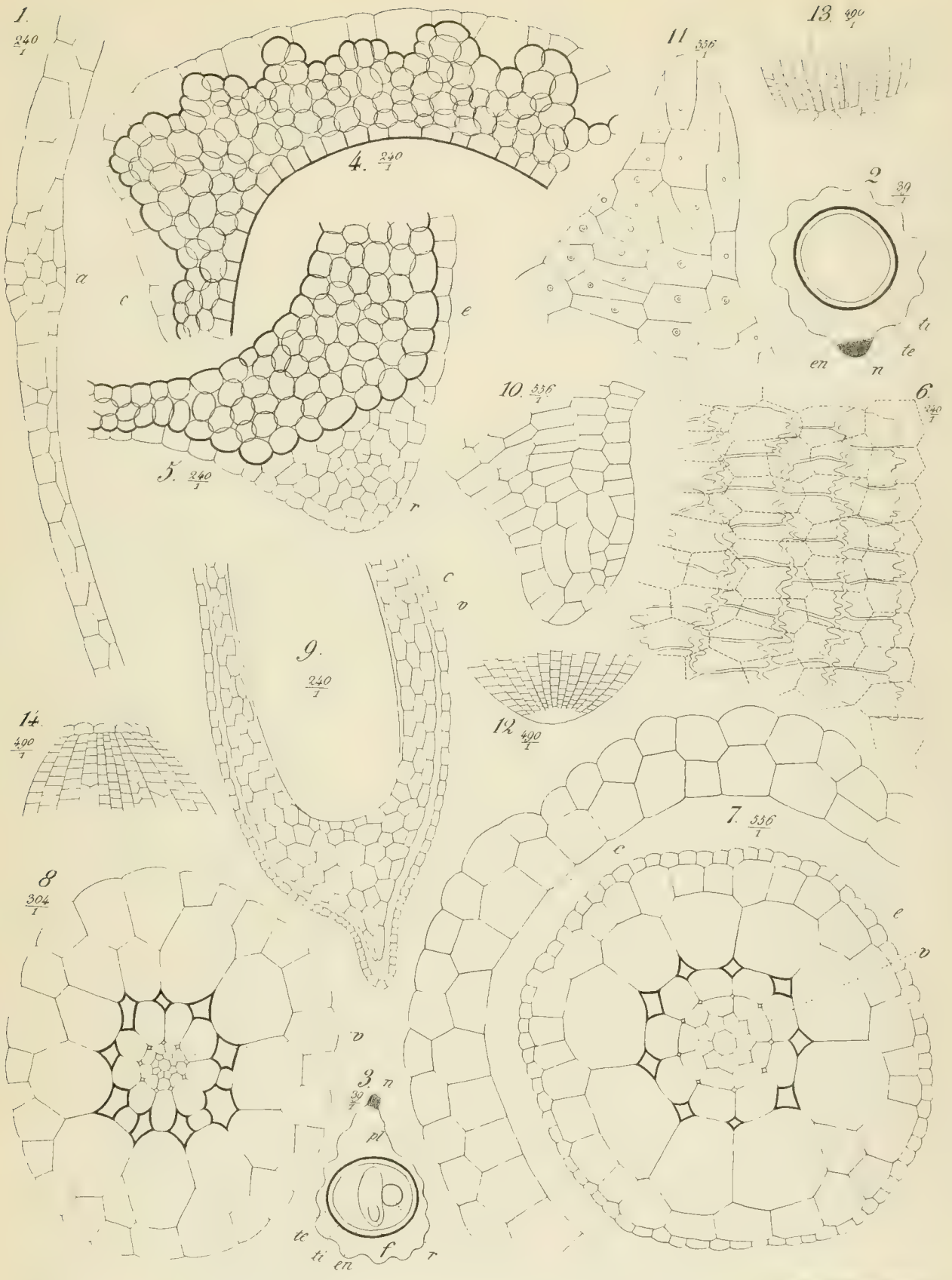
Autor del.

Lemna minor.



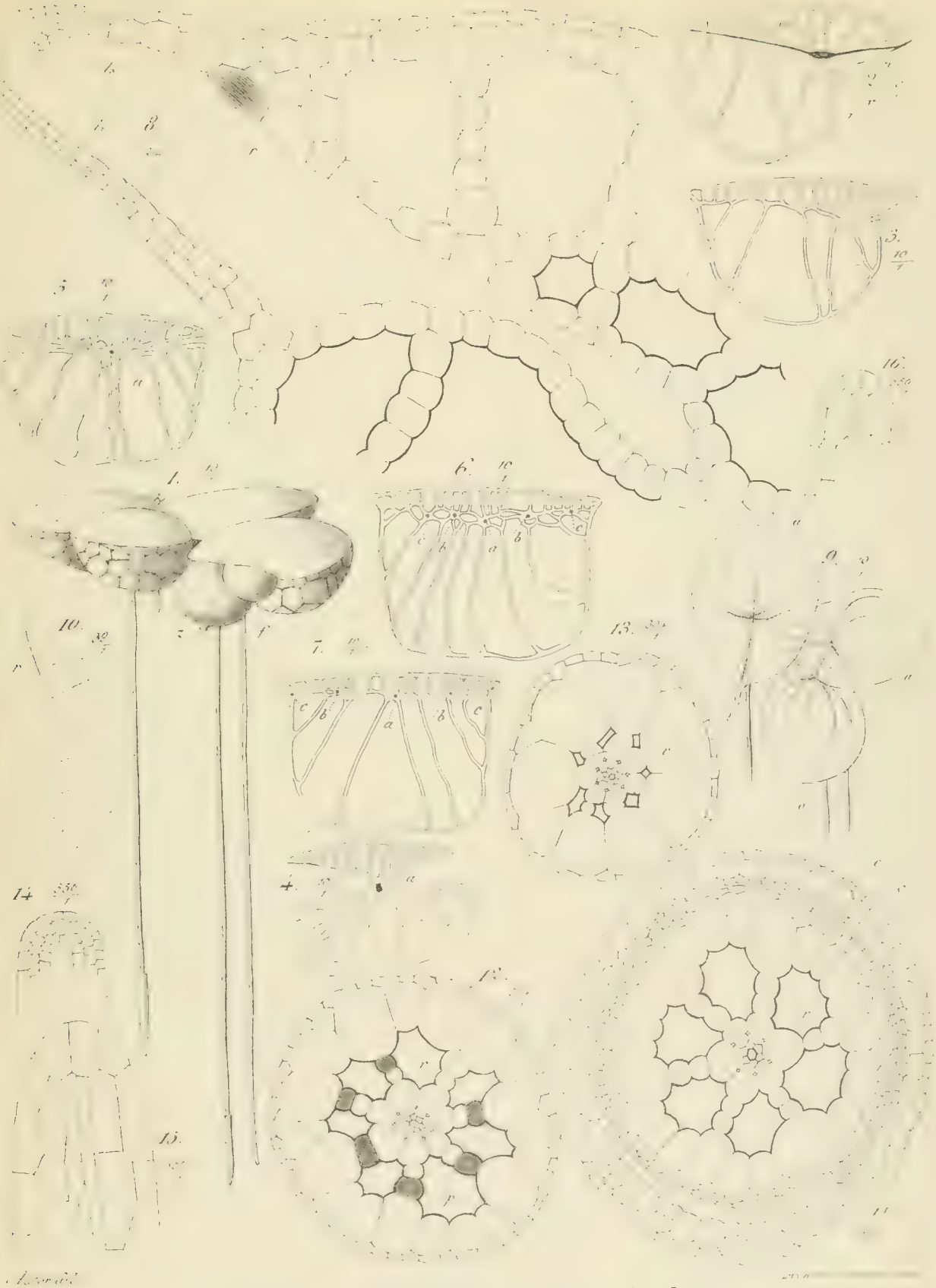
Autor del.

Lemna gibba.

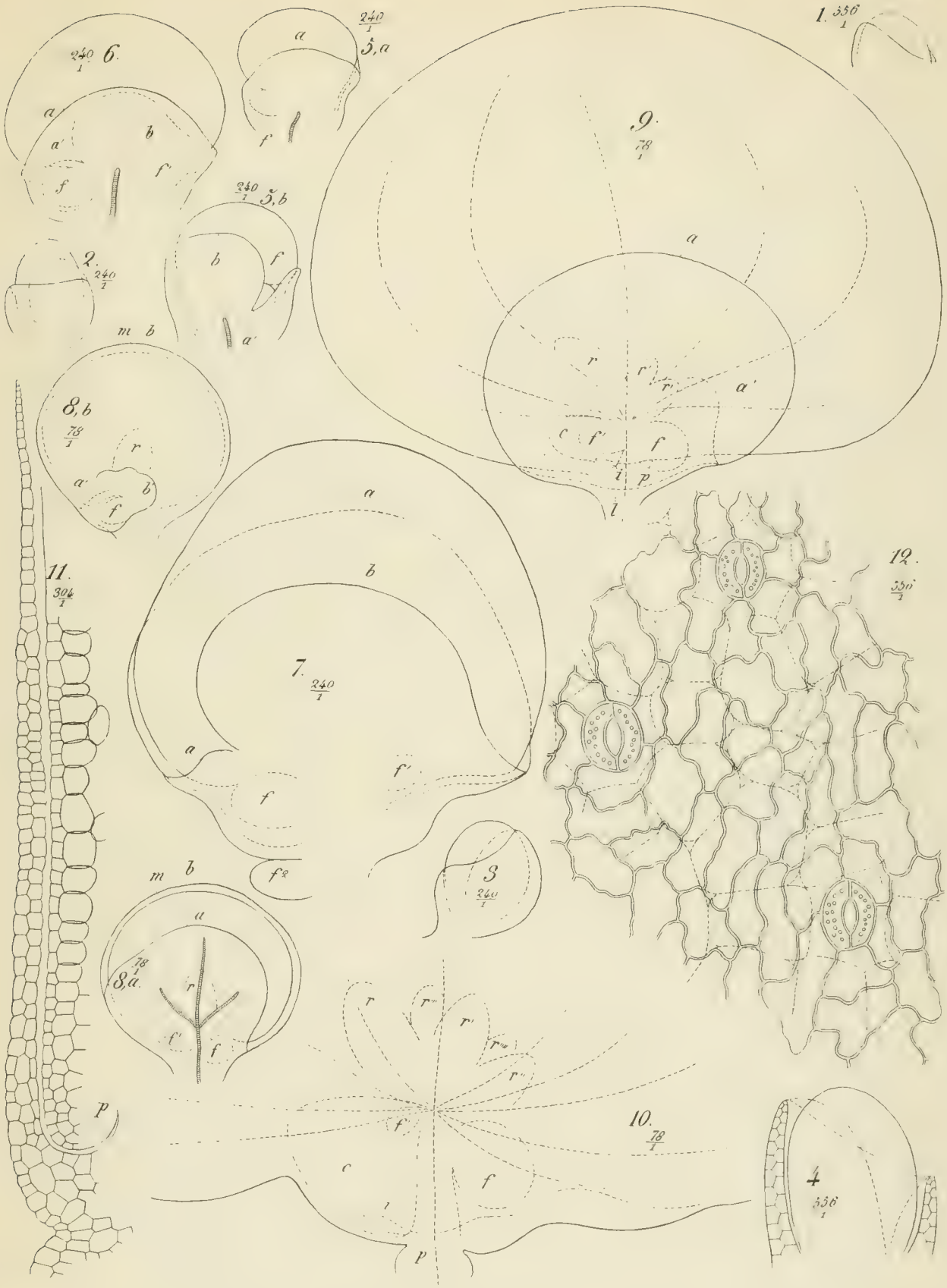


Autor del.

Lemna gibba.



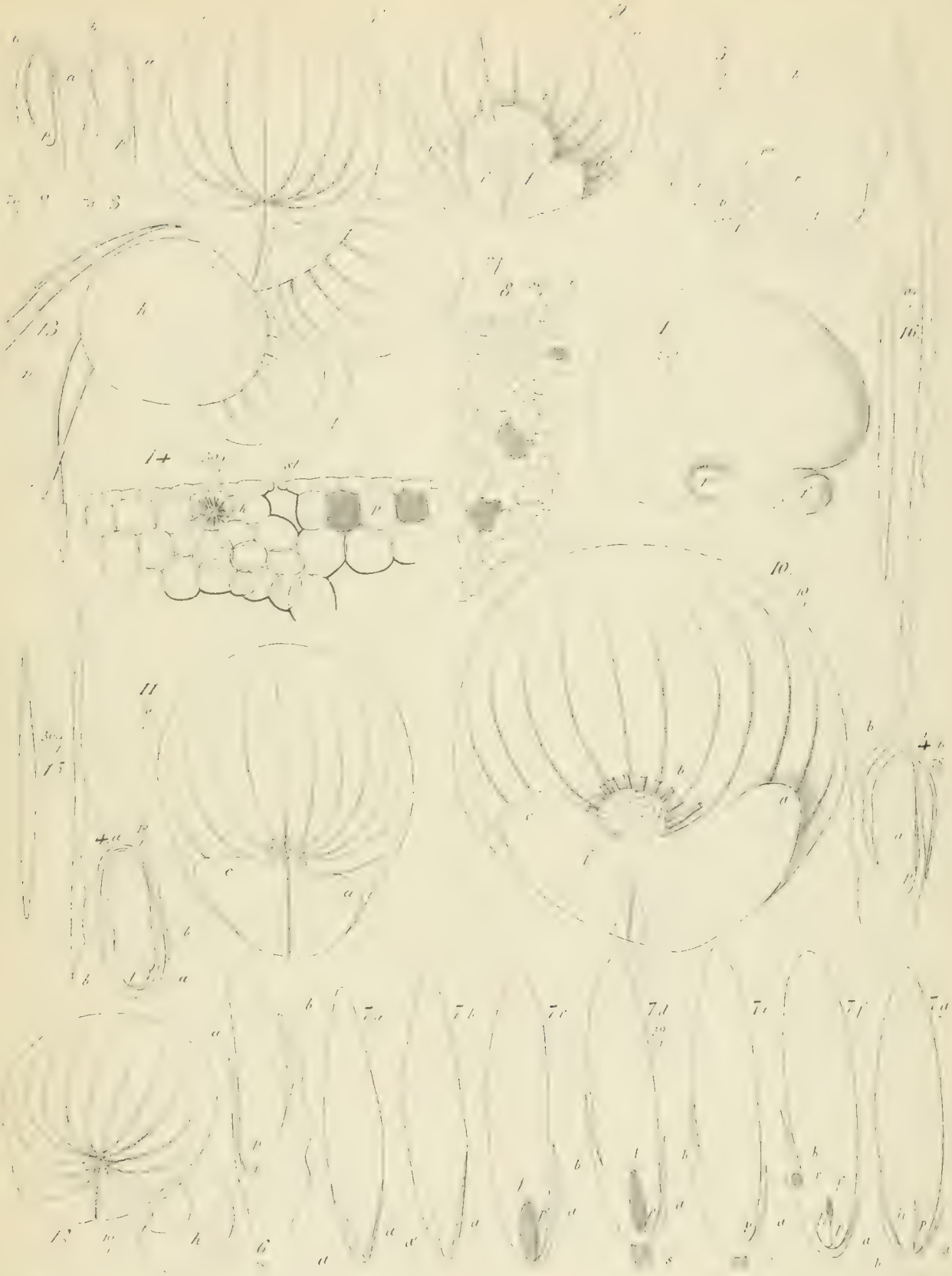
1–9. Lemna gibba. 10–16. Spirodela polyrrhiza.



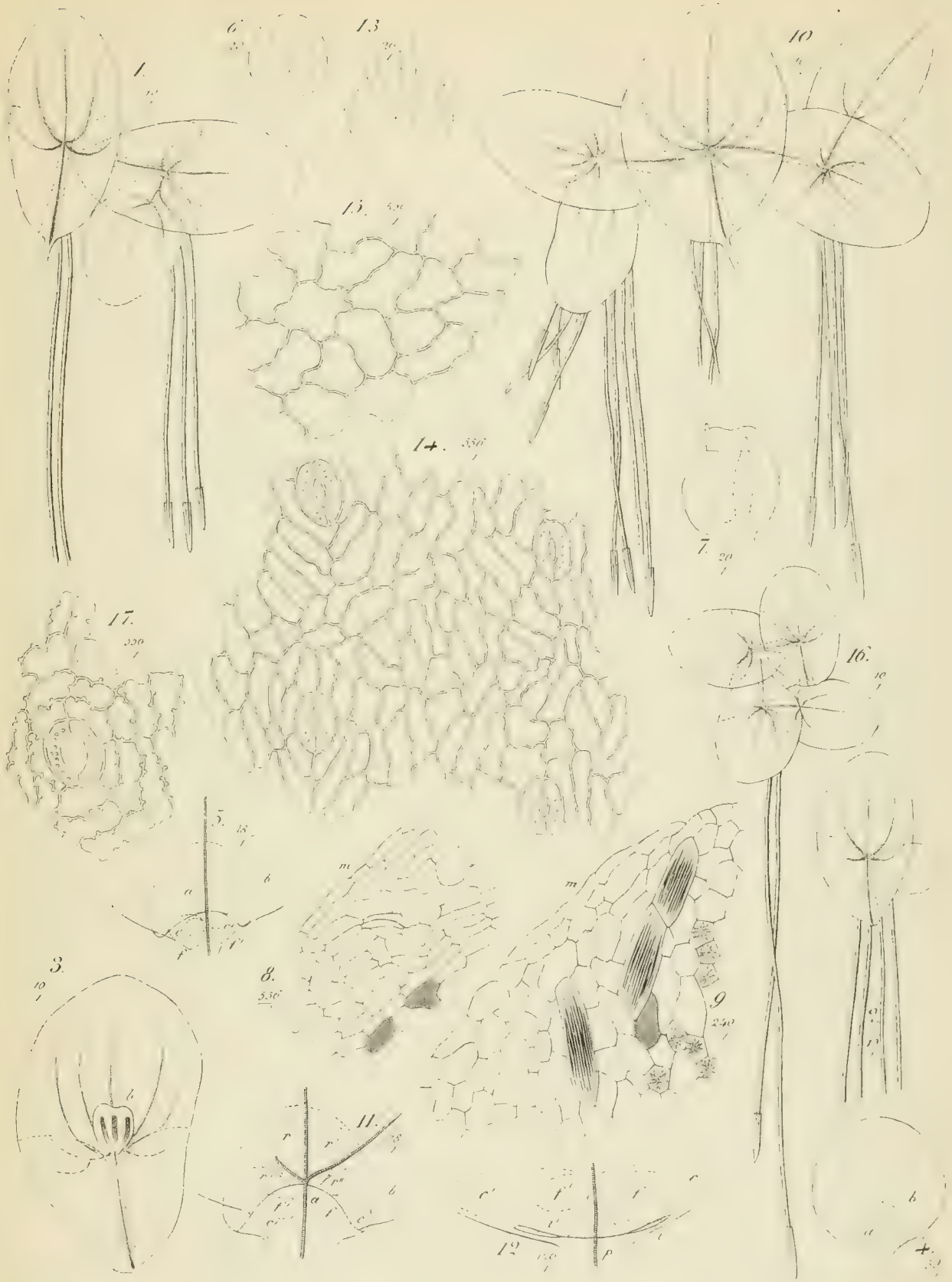
Autor del.

lith. Anst. v. J. Hayduhan, Stuttgart

Spirodela polyrrhiza.



Spirodela polyrrhiza.



Spirodela oligorrhiza.

Bei **Wilhelm Engelmann** in Leipzig ist ferner erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Lehrbuch der Botanik.

Nach dem
gegenwärtigen Stand der Wissenschaft bearbeitet
von
Dr. Julius Sachs,
ord. Professor der Botanik in Freiburg im Breisgau.
Mit 358 Figuren in Holzschnitt.
gr. 8. 1868. br. 4 Thlr. 10 Ngr.

Allgemeine
Morphologie der Pflanzen.
Von
Wilhelm Hofmeister,
ord. Prof. der Botanik an der Universität Heidelberg.

Auch unter dem Titel:
Handbuch der physiologischen Botanik, in Verbindung mit **A. de Bary, Th. Irmisch** und **J. Sachs** herausgegeben von **Wilh. Hofmeister.** 1. Band. 2. Abtheilung. Mit 134 Holzschn. gr. 8. 1868. brosch. 1 Thlr. 26 Ngr.

Die ferneren bis jetzt erschienenen Bände enthalten:

1. Band. 1. Abtheil. **Die Lehre von der Pflanzenzelle** von Wilhelm Hofmeister. Mit 57 Holzschnitten. 1867. 3 Thlr.
2. - 1. Abtheil. **Morphologie** und **Physiologie der Pilze, Flechten** und **Myxomiceten** von Dr. A. de Bary. Mit 101 Holzschn. u. 1 Kupfertafel. 1866. 2 Thlr. 16 Ngr.
4. - Handbuch der **Experimentalphysiologie der Pflanzen.** Untersuchungen über die allgemeinsten Lebensbedingungen der Pflanzen und die Functionen ihrer Organe. Von Julius Sachs. Mit 53 Holzschnitten. 1865. 3 Thlr. 20 Ngr.

Beiträge
zur wissenschaftlichen Botanik.
Von
Carl Nägeli,
Dr. u. Prof. der Botanik in München.
1.—4. Heft. Mit 61 lith. Taf. Lex. 8. 1858, 60, 63, 68. br. 13 Thlr. 20 Ngr.

1. Heft. Das Wachsthum des Stammes und der Wurzel bei den Gefässpflanzen und die Anordnung der Gefässstränge im Stengel. Mit 19 lithographirten Tafeln. 1858. 2 Thlr. 20 Ngr.
2. - Die Bewegung im Pflanzenreiche. — Rechts und Links. — Ortsbewegung der Pflanzenzellen und ihrer Theile (Strömungen). — Untersuchungen über den Flechtenthallus von Dr. S. Schwendener. (Mit Tafel I—VII.) — Ueber das angebliche Vorkommen von gelöster oder formloser Stärke bei Ornithogalum. (Mit Tafel VIII.) Mit 8 lithogr. Tafeln. 1860. 2 Thlr. 20 Ngr.
3. - Die Anwendung des Polarisationsmikroskops auf die Untersuchung der organischen Elementartheile. (Mit Tafel I—VII.) — Untersuchungen über den Flechtenthallus von Dr. S. Schwendener II. Laub- und Gallertflechten. (Mit Tafel VIII—XI.) Mit 11 lithogr. Tafeln. 1863. 3 Thlr. 20 Ngr.
4. - Dickenwachsthum des Stengels und Anordnung der Gefässstränge bei den Sapindaceen. (Mit Taf. I—X.) — Entstehung und Wachsthum der Wurzeln von C. Nägeli und H. Leitgeb. (Mit Taf. XI—XXI). — Untersuchungen über den Flechtenthallus von S. Schwendener. II. Laub- u. Gallertflechten, Schluss. (Mit Taf. XXII—XXIII.) Mit 23 Tafeln. 1868. 4 Thlr. 20 Ngr.

DAS MIKROSKOP.
Theorie und Anwendung desselben.
Von
Carl Nägeli, Professor in München und **S. Schwendener,** Docent der Botanik in München.
Mit 276 Holzschnitten. gr. 8. brosch. 3 Thlr. 24 Ngr.

Jahrbücher
für
wissenschaftliche Botanik.
Herausgegeben von
Dr. N. Pringsheim,
Professor in Jena.
4.—6. Band à 4 Hefte. **Mit 117 lithogr., zum Theil farbigen Tafeln.**
gr. 8. 1864—68. br. 35 Thlr. 21 Ngr.

Monographie
der
GATTUNG SILENE.
Von
Dr. Paul Rohrbach.
Mit 2 lithographirten Tafeln.
8. 1868. brosch. 1 Thlr. 15 Ngr.

FILICES AFRICANAE
revisio critica omnium hucusque cognitorum Cormophytorum Africae indigenorum additamentis Braunianis novisque africanis speciebus ex reliquiis Mettenianis adaucta.
Accedunt filices Deckenianae et Petersianae.
Auctore
Maximiliano Kuhn.
8. 1868. br. 1 Thlr. 10 Ngr.

Die
Laubmoose Oberfrankens.
Beiträge zur
Pflanzengeographie und Systematik
und zur
Theorie vom Ursprung der Arten.
Von
Dr. Alex. Walther und Ludwig Molendo.
8. 1868. brosch. 1 Thlr.

Flora
von
Neu-Vorpommern
und den
Inseln Rügen und Usedom
von
Dr. Th. F. Marsson.
8. 1868. brosch. 3 Thlr. 15 Ngr.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig

New York Botanical Garden Library
3 5185 00225 0486